
ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, ERSTES STÜCK.

I.

*Ueber die electroskopischen Phänomene
des Gasapparats an der Volta'schen
Säule,*

vom

Professur ERMAN
in Berlin. *)

In dem Gasapparate wird die galvanische Kette durch vollkommene Leiter, welche ein unvollkommener Leiter trennt, geschlossen. Bis jetzt hat man hauptsächlich die *chemischen* Erscheinungen beachtet, welche dieser Fall darbietet; doch verdienen die *physischen* Phänomene, welche dabei stattfinden, gewiss dieselbe Aufmerksamkeit. Eine Untersuchung derselben verspricht uns manchen Aufschluss über den Ladungsmechanismus der Säule selbst, die im Wesentlichen viel Analoges mit dem Gasapparate

*) Eine Fortsetzung der Untersuchungen, deren Resultate in den *Annalen*, VIII, 197 f., mitgetheilt sind. d. H.

hat, und überdies hängt die Ausmittlung der physischen Beschaffenheit der galvanischen Flüssigkeit, nachdem sie bei ihrem Uebergange von Draht zu Draht neue Mischungen und Entmischungen bewirkt hat, vielleicht näher mit der Auflösung des chemischen Problems zusammen, als wir es zur Zeit vermuthen. — Folgende Sätze, welche Resultate aus sehr vielen Thatfachen sind, werden hoffentlich etwas dazu beitragen, diesen wichtigen Gegenstand aufzuhellen.

1.

Das Wasser ist ein sehr schlechter Leiter der Electricität im galvanischen Gasapparate; je reiner, desto geringer ist das Leitungsvermögen desselben, und mit diesem Leitungsvermögen steht die Intensität der chemischen Wirkung im geraden Verhältnisse. — Das Wasser leitet an und für sich die an einem Pole der Voltaischen Säule frei gewordene Electricität vollkommen; so dafs, wenn man blofs diesen Pol mit dem einen Drahte eines Gasapparats in Verbindung setzt, dieser Pol sich durch Berührung des andern aus der Röhre hervorragenden frei stehenden Drahts völlig entladen läfst. So bald aber beide Drähte des Gasapparats mit beiden Polen der Batterie in Verbindung gebracht werden, ist alles geändert, und es tritt dann das oben erwähnte Gesetz ein, wovon der Grund sich in der Folge zeigen wird.

Eine Glasröhre, zum Gasapparate bestimmt, an welche vor der Lampe einige Röhrchen als Tubula-

turen angeblasen waren, (wie in Fig. 3, Taf. I,) wurde mit dem reinsten destillirten Wasser angefüllt, und zwei Platindrähte wurden so hinein gesteckt, daß die Spitzen derselben 6 Zoll von einander entfernt blieben. Diese Drähte verband ich mit den Polen einer sehr wirksamen Batterie von 200 Plattenpaaren, und brachte zugleich an jeden Draht des Gasapparats ein äußerst feines und sicheres Blattgold-Electrometer an. Die Gaserzeugung war wenig lebhaft, und die Electrometer behielten beinahe ihre völlige Divergenz; ein Beweis, daß die Verbindung von Pol zu Pol durch diese Wassersäule sehr unvollkommen war. Nun tröpfelte ich durch die Tubulaturen eine sehr geringe Menge einer schwachen Auflösung von salzsaurem Natrum, (ungefähr sechs bis acht Tropfen auf eine Unze Wasser, welche die Röhre ungefähr fassen konnte.) In dem nämlichen Augenblicke hörte die Divergenz in beiden Electrometern beinahe so gänzlich auf, als hätte ich von Pol zu Pol eine Metallleitung angebracht, und zugleich fingen die Platindrähte an, mit mehr als sechsfacher Heftigkeit ihre Gasarten zu geben. — Ich wiederholte diesen Versuch sehr oft, indem ich zur Vergleichung destillirtes Wasser, und gleich darauf Wasser aus dem Brunnen meiner Wohnung nahm, welches einen nicht unbeträchtlichen Antheil salzsaurer Kalkerde enthält, und fand jedes Mal, daß vollkommen reines Wasser im Gasapparate eine comparativ sehr geringe Menge Gas giebt, und den Electrometern beinahe nichts

von ihrer Divergenz nimmt, indess das Brunnenwasser, (oder das mit einem salzsauren Neutralsalze vermischte reine Wasser,) die Electricität der Säule viel vollkommener leitet, und zugleich eine diesem Leitungsvermögen entsprechende größere Menge von Gas liefert. Diese Thatfache ist wichtig, indem sie ganz offenbar die electriche Wirkung mit der chemischen Wirkung in die innigste Causalverbindung setzt. So leidet auch das Oehl an der galvanischen Batterie ganz und gar keine Veränderung, weil es die electriche Wirkung ganz vollkommen hemmt, wie es die Electrometer zur Genüge zeigen. Auch hat diese Beobachtung einen sehr directen Bezug auf den Gebrauch des Salzwassers zum Anfeuchten der Tuchscheiben.

2.

Die Wassersäule, welche sich im Gasapparate zwischen den beiden Batteriedrähren befindet, erhält während des galvanischen Processes wirklich Electricität.

Ein silbernes Rohr, an dessen beide Enden Glasröhren gekittet waren, in welche sich die Drähre der Batterie befestigen ließen, wurde, mit Brunnenwasser gefüllt, zum Gasapparate vorgerichtet. Nachdem ich die äußere Fläche am Feuer so genau getrocknet hatte, daß selbst mit dem Condensator nicht die mindeste Spür einer Leitung daran zu merken war, machte ich die Verbindung der Drähre mit der Batterie. Das silberne Mit-

elstück zeigte nun am Condensator äußerst starke Electricität, die nur durch die innere Wassersäule von einem Drahte zum andern hatte hingelangen können.

Eben so gab in einer Röhre, die gegen ihre Mitte einen Tubulus hatte und als Gasapparat an die Säule angebracht war, ein Draht, welcher durch diesen Tubulus in das Wasser der Röhre getaucht wurde, starke Divergenz am Condensator.

Endlich zeigte auch das Wasser einer Schale, worin die beiden Drähte der Säule Gas und Oxyd gaben, am Condensator sehr merkliche Electricität.

Es folgt aus diesen Thatfachen, denen ich eine Menge anderer gleich lautender beifügen könnte, daß bei der Gas- und Oxyderzeugung nicht die Electricität, oder wenigstens nicht alle Electricität, so verwendet wird, daß sie aufhören sollte, ihre physischen Wirkungen zu äußern. — Die Wichtigkeit dieser Untersuchung ist einleuchtend. Denn hätte sich gefunden, daß alle electricischen Erscheinungen bei der Wasserzerfetzung aufhörten, so wären die chemische Zerfetzung der electricischen Materie, und ihre Concurrenz zur Gaserzeugung durch ihre eigne Entmischung und Abtretung ihrer Bestandtheile, erwiesen gewesen. Da es aber doch noch sehr denkbar ist, daß die Wassersäule nur den Ueberschuß des nicht verwendeten electricischen Fluidi anzeigt, und die electricischen Erscheinungen wirklich schwächer zu werden scheinen, je mehr Wasserzerfetzungen an einer Batterie statt finden;

so ist es allerdings der Mühe werth, daß man auf diesem Wege weiter fortschreitet, und ich werde es mir angelegen seyn lassen, in der Folge durch genauere Versuche auszumachen, ob bei gänzlicher Isolirung und sehr vermehrter Wasserzersetzung an einer Batterie, zuletzt doch nicht vielleicht jede Spur von Electricität verschwinden sollte.

3.

Metallische Leiter, welchen die galvanische Einwirkung in der Kette durch Wasserschichten zugeführt wird, zeigen immer Polarität in Rücksicht auf die chemischen Wirkungen. — Dieses Phänomen hat die auffallendste Aehnlichkeit mit dem Spiele der Atmosphären bei Electrificationen durch Vertheilung. Ein Leiter *AB* unter diesen Umständen der oxydgebenden Spitze *C* der Batterie genähert, theilt sich in drei Theile oder Zonen, wovon die der Oxydspitze *C* zunächst liegende Gas giebt, die entgegengesetzte Oxyd erzeugt, die mittelfte aber indifferent bleibt, und weder Gas noch Oxyd liefert.

Ehe ich noch meinen tubulirten Gasapparat erhalten hatte, setzte ich einen Apparat aus zwei Glasröhren so zusammen, daß an der Stelle, wo die eine Röhre in die Mündung der andern gekittet war, ein Metalldraht *C*, (Fig. 1, Taf. I,) in den Apparat zwischen die beiden Drähte der Batterie hineinreichte, während das andere Ende dieses Mitteldrahtes außerhalb der Röhre blieb, um am Electrometer geprüft zu werden. Unter solchen Um-

ständen konnte die galvanische Wirkung vom positiven Batteriedrahte *A* nicht zum negativen Batteriedrahte *B* gelangen, ohne auf ihrem Wege dem Mitteldrahte *C* zu begegnen, und ich glaubte mich so im Besitze eines einfachen Mittels, die electriche Beschaffenheit des galvanischen Fluidi während seines Ueberganges zu prüfen. Es zeigte sich aber bald die im vorigen Satze erwähnte Wirkung, welche die beabsichtigte Prüfung sehr erschwerte. Der Mitteldraht *C* theilte sich der Länge nach in drei ziemlich gleiche Theile. Derjenige, welcher der oxydgebenden Spitze gegen über stand, gab Gas, der Theil, welcher dem gasgebenden Drahte am nächsten war, gab Oxyd, und der mittlere Theil zwischen diesen äußersten Enden blieb unverändert. Dieses Polarisiren eines Mitteldrahts, welcher sich in einer continuirlichen Wasserfäule zwischen den beiden Polardrähten der Batterie frei befindet, findet immer statt. Oft habe ich in einer einzigen Röhre 6 Mitteldrähte zwischen den Batteriedrähten angebracht, und stets hatte jeder dieser Mitteldrähte seinen Oxydpol, der dem Gaspole der Batterie gegen über stand, seinen Gaspol, der dem Oxydpole der Batterie entgegengesetzt war, und eine Indifferenzregion zwischen seinen beiden Polen. Die Erscheinungen zweier Gasapparate, die mit ihren entgegengesetzten Drähten an einander hängen, zeigen sich also hier unter Umständen, die unerwartet und lehrreich sind. Das electriche Fluidum kann folglich im galvanischen Prozesse unter keinen

Umständen einem im Wasser sich befindenden metallenen Leiter durchströmen oder vertheilend afficiren, ohne auch die chemischen Zersetzen hervorbringen.

Ich sah bald ein, daß dieses Phänomen des polarisirenden Mitteldrahts auch statt finden müßte, wenn dieser Mitteldraht gleich nicht mit den beiden Batteriedrähten in eine Röhre eingeschlossen wäre. Ich leitete die beiden Drähte der Batterie in eine flache Schale, in welche ich einige Linien hoch Wasser gegossen hatte; als ich zwischen ihre Enden einen vollkommen polirten Draht legte, theilte er sich augenblicklich in die drei erwähnten Zonen. Lag der Draht in der verlängerten Richtung der beiden Batteriedrähte, (im galvanischen Meridiane,) so waren sich die Gas-, die Indifferenz- und die Oxydzonen an Länge gleich. Je mehr man aber den Mitteldraht gegen die Richtung der Batteriedrähte neigte, desto weiter erstreckten sich die Gas- und Oxydzonen, und die Indifferenzzone wurde immer geringer. Die Gas- und Oxyderzeugung nahm aber darum nicht zu, die Wirkung war im Gegentheile absolut genommen geschwächt, nur erstreckte sie sich auf größere Theile der Oberfläche. Als ich endlich den Mitteldraht so um seinen Mittelpunkt drehere, daß er mit der verlängerten Richtung der Batteriedrähte einen rechten Winkel machte, (im galvanischen Aequator lag,) theilte sich der ganze Mitteldraht der Breite nach in die

drei erwähnten Zonen. Die ganze dem Gaspole
 gegen über liegende Fläche oxydirte sich, und die
 dem Oxydpole entgegengesetzte gab einen zarten
 Schaum, der von der Gaserzeugung herrührte. In
 dieser Lage war aber die absolute Quantität des Gas
 und Oxyds sehr gering in Vergleichung mit der,
 die von den Spitzen in ihrer vorigen Lage herrührte.
 Oft wenn die Batterie sehr kräftig wirkte, fand ich
 an der Wasserstofffläche des messingenen Mittel-
 drahts eine äußerst schöne dendritische Vegetation
 von einem dunkeln, beinahe schwarzen Kupfer-
 oxyd, das durch den in dessen Nähe frei werdenden
 Wasserstoff zum Theil reducirt war. Warum aber
 die oft 4 bis 5 Linien langen Dendriten immer nach
 dem Oxydpole der Batterie ihre Richtung nahmen,
 ist wohl schwer zu erklären; es wäre denn, daß
 das Oxyd, welches durch die Wasserstofffläche zum
 Theil reducirt wurde, vom entgegengesetzten Oxyd-
 pole der Batterie herrührte und sich bloß gegen
 den Mitteldraht herüber gezogen hätte. Uebrigens
 ist auch in diesem Versuche die Wirkung nicht auf
 einen einzigen Mitteldraht eingeschränkt. Ich hatte
 oft in einer Schale zehn und mehr Mitteldrähte von
 homogenen und auch von verschiedenen Metallen,
 in allen möglichen Richtungen. Alle zeigten das
 Phänomen der Vertheilung in drei Zonen, mit den
 von ihrer Lage herrührenden eben erwähnten Mo-
 dificationen. Dieser Versuch erfordert, wie mehre-
 re der hier angeführten, eine sehr kräftige Säule,
 um bestimmte Resultate zu geben.

Diese Erscheinungen zeigen uns nebenbei, wie äusserst schlecht in Vergleichung mit den Metallen das Wasser die galvanische Wirkung leitet; denn die wechselseitige Einwirkung der Batteriedrähte geschieht nicht immediat auf dem kürzestem Wege durch das frei dazwischen liegende Wasser, sondern geht durch einen grossen Umweg durch die Endspitzen des Metalles, welchen spitzen Winkel auch der Mitteldraht mit dem galvanischen Meridiane macht. Ein ähnlicher Umweg zeigt sich bei der galvanischen Wirkung, wenn der Mitteldraht *C*, (Fig. 2, wo *o*, wie in den übrigen Figuren, das Ausbleiben jeder chemischen Wirkung anzeigt,) selbst mit einem der Pole der Säule verbunden wird. Es wende sich z. B. der Mitteldraht gleich bei seinem Eintritte in die Röhre gegen den Draht *A* des Gasapparats, und man verbinde den entgegengesetzten Draht *B* mit dem andern Pole der Batterie, so giebt eine gute Strecke von *C*, die ganz ausserhalb des geschlossenen Kreises liegt, das Gas, oder das Oxyd, je nachdem *C* mit dem negativen oder dem positiven Pole verbunden worden. Dieses ging indess nie so weit, dass die abgewendete Spitze des Drahts *C* die chemische Wirkung gezeigt hätte, sondern es war nur eine Zone von *C*, die sich dem Knie des nach *A* gebogenen Drahts bald mehr, bald weniger näherte. — Wir haben hier also zwei Fälle, wo bei zugespitzten und frei liegenden Körpern die galvanische Action sich nicht auf deren Spitzen bezieht. In der Folge werden einige noch interessantere Wir-

kungen dieser Art vorkommen, wo zwei gegen überstehende Spitzen im Gasapparate keine chemischen Wirkungen zeigen, während oberhalb dieser Spitzen die umgebogenen Knien der Drähte sehr häufiges Gas und Oxyd erzeugen.

4.

Die Wassersäule im Gasapparate hat nicht in ihrer ganzen Länge eine gleichnamige Electricität, sondern zeigt dieselbe Polarität als eine an die Pole der Batterie angebrachte hanfene Schnur, (Annalen, VIII, 207,) und andere Halbleiter der Electricität, welche Volta unter der Benennung von Leitern der zweiten Art begreift.

Ein Gasapparat, (Fig. 3,) der drei Tubulirungen, eine *E*, gerade in der Mitte der Röhre, die beiden andern *C* und *D* in gleichen Entfernungen von den Enden der Röhre hatte, wurde an seinen äußersten Enden mit Drähten versehen, und diese, nachdem man ihn mit Brunnenwasser gefüllt hatte, mit den Polen der Säule und zugleich mit sehr zarten Bennetschen Electrometern in Verbindung gebracht. Beide Electrometer nahmen bald eine merkliche Divergenz an, deren Maximum zwar geringe, aber constant war, weil beide Pole isolirt waren. Berührte man nun mit einem wohl isolirten Drahte das Wasser im Tubulus *C*, der dem positiven Pole *A* zunächst war, so vermehrte sich augenblicklich die Divergenz des Electrometers an *B*, beinahe eben so stark, als hätte man den Pol *A*

selbst berührt. Eine Berührung des Wassers im Tubulus *D*, der an den negativen Pol *B* angrenzte, benahm dem Electrometer in *B* alle Divergenz und brachte sie ganz an das entgegengesetzte Electrometer in *A*. Berührte man aber das Wasser im mittelften Tubulus *E*, der von den beiden Batteriedrähten gleich weit ab stand, so war in keinem von beiden Electrometern eine Spur von vermehrter oder verminderter Divergenz zu merken; beide behielten sie so, wie sie ihnen im natürlichen Zustande des Gleichgewichts zukam, gerade als hätte gar keine ableitende Berührung statt gefunden, welches die Vertheilung der Electricität in der Wassersäule außer allen Streit setzt. Mehrere Beweise dieser Polarität findet man weiter hin.

5.

Die Mitteldrähte in Gasapparate zeigen ihrer ganzen Länge nach nur die Electricität desjenigen Theils der Wassersäule, worin sie sich befinden, ungeachtet sie in zwei entgegengesetzten Zuständen sind. So z. B. giebt das Knie eines Drahts Oxyd, die Spitze Gas, indess der ganze Draht nur negative Electricität zeigt, weil er sich in der Region des negativen Drahts befindet. — Dieses allgemeiner ausgedrückt, giebt folgenden sehr paradoxen Satz: Es existirt kein beständiges Verhältniß weder zwischen wahrgenommenem $-E$ und Gaserzeugung, noch zwischen wahrgenommenem $+E$ und Oxydation. Die Beobachtungen an den Polardrähten der Säule

haben veranlaßt, daß man dieses Coexistiren des wahrnehmbaren $+E$ mit Oxydation, und des $-E$ mit Gaserzeugung als Gesetz aufgestellt, und sogar im wissenschaftlichen Sprachgebrauche die Benennungen: positiver und Oxydpol, negativer und Gaspol, als völlig synonym betrachtet hat. Folgende Versuche zeigen aber ganz bestimmt, daß eine Metallspitze sehr viel Oxyd geben, und doch zugleich sehr starkes $-E$ haben, und umgekehrt viel Wasserstoffgas geben, und doch $+E$ seyn kann.

In einen tubulirten Apparat mit 3 Röhrchen, (Fig. 4,) wurden zwei Mitteldrähte von Platin C und D so hinein geschoben, daß ihre Spitzen gegen einander gerichtet waren, indem sie sich von den nächsten Polardrähten der Batterie A und B ab, gegen den Indifferenzpunkt E in der Mitte der Wasserfäule wendeten. Jeder dieser Drähte theilte sich nach dem oben angeführten Gesetze der Länge nach in drei Zonen, deren mittlere indifferent war, in-
 des die beiden äußern, (da die Drähte Platin waren,) Gas gaben. Ich prüfte das aus dem Apparate hervorragende Ende eines jeden Mitteldrahts am Electrometer, und fand, daß C , als dem positiven Polardrahte der Batterie näher, auch positive Divergenz gab; und D , als nach dem negativen Polardrahte zu liegend, das Electrometer negativ affectirte. Hier ist also ein ganz bestimmter Fall, wo die Erzeugung des Wasserstoffgas an dem Theile eines Drahts geschah, der positive Electricität gab, und wo umgekehrt der oxydgebende Theil ei-

nes Drahts negative Electricität zeigte. Man betrachte nur Figur 4. Der positive Pol *A* der Batterie giebt Sauerstoffgas, und daher das am Drahte *C* dem Pole *A* gegen über stehende Knie Wasserstoffgas, und doch afficirte es das Electrometer eben so positiv, wie *A* selbst. Dieselbe Anomalie zeigt der Mitteldraht *D*. Der Polardraht *B*, dem er zunächst liegt, ist negativ und giebt Wasserstoffgas, daher das Knie des Mitteldrahts Sauerstoffgas; und dessen ungeachtet wirkt dieses ganz bestimmt als negativ auf das Electrometer. Ich habe die nämliche Erscheinung in sehr vielen andern Fällen bestätigt gefunden, will aber mit Fleiß bei diesem Versuche stehen bleiben.

Es sind dagegen nur zwei Einwendungen möglich; beiden will ich zu begegnen suchen. Einmahl könnte es zweifelhaft scheinen, ob in diesem paradoxen Falle der positive Draht auch wirklich Wasserstoffgas, der negative Sauerstoffgas gegeben habe, da sich im tubulirten Apparate die Gasarten, welche sich an den Platindrähten entwickeln, nicht auffangen und einzeln untersuchen lassen. Ich wiederholte aber den nämlichen Versuch mit oxydirbaren Metalldrähten, und sah hier das Oxyd von einem Drahte ausströmen, der das Electrometer geradezu und ohne Condensator außerordentlich negativ afficirte. Ueberdies giebt es ein sehr leichtes und schätzbares Mittel, im tubulirten Gasapparate, worin Platindrähte gebraucht wer-

den, die chemische Constitution derselben zu prüfen. Man bringe durch den Tabulus einen zusammen gerollten Streifen Lackmuspapier dicht an die Spitze oder an das Knie des auf Sauerstoff zu prüfenden Mittel- oder Hauptdrahts. Entwickelt sich hier Sauerstoff, so wird das Papier in 8 bis 10 Minuten schon rosenroth gefärbt, (nicht ganz so schnell, aber eben so bestimmt, wenn man mit destillirtem Wasser arbeitet, welches aber bei Untersuchungen der Art gar nicht zu rathen, oder sogar in einigen Fällen, wegen der schlechten Leitungsfähigkeit des reinen Wassers, unmöglich ist.) Nach einer längern Zeit fängt das Papier an sich zu entfärben, und wird zuletzt ganz bleich, mit Ausstossung von sehr bestimmtem Geruche der übersauren Salzsäure, wovon ein Mehreres bei einer andern Gelegenheit.

— Der Wasserstoffgas entwickelnde Platindraht färbt unter gleichen Umständen das Kurkumepapier sehr schön violett. Ich pflege aber das viel bequemere essiggeröthete blaue Papier anzuwenden. Ueber die Bestimmtheit und Schnelligkeit dieses Prüfungsmittels geht in der That nichts. Ich habe oft die Spitze des einen Mitteldrahts von einer Seite, und die entgegengesetzte von der andern, an das Papier in *E* gebracht, und nach sehr kurzer Zeit beim Herausnehmen gefunden, daß die eine Fläche des Cylinders schön blau und die andere hochroth gefärbt war, je nachdem die Stellen des Papiers vom Oxyd- oder vom Wasserstoffdrahte berührt worden waren.

Der *zweite* mögliche Einwurf könnte die Prüfung des Mitteldrahts auf $+$ oder $-$ *E* betreffen, ob sie nämlich scharf genug, und ob es auch erlaubt gewesen sey, von dem aus dem Tubulus hervorragenden Theile des Drahts, der eigentlich das Electrometer berührt, auf den electrischen Zustand des im Wasser selbst liegenden Theiles zu schließen. Diesem Einwurfe begegnete ich dadurch, daß ich das Electrometer unmittelbar an die Mündung des Tubulus am Mitteldrahte anbrachte; selbst da gab der oxyderzeugende Theil des Mitteldrahts *D* negative Divergenz, und das Wasserstoffgas gebende Knie von *C* war positiv. Ferner untersuchte ich in dieser Rücksicht die Enden des in einer Schale liegenden Mitteldrahts; sie zeigten eben so wenig Correspondenz zwischen der chemischen Wirkung dieser Theile und der Natur der Electricität, die sie anzeigten. Das Wasserstoffgas gebende Knie des Mitteldrahts *C* muß auch deshalb positiv seyn, weil eine ableitende Berührung dieses Theils dem Electrometer in *A* alle Divergenz nimmt, und sie auf den entgegengesetzten Pol *B* überträgt; umgekehrt macht die Berührung des oxydgebenden Knies des Mitteldrahts *D* das Electrometer des positiven Poles in *A* divergiren, und entladet das Electrometer des negativen Batteriedrahtes *B*. — Folgendes *Experimentum crucis* läßt endlich über diesen Gegenstand keine Möglichkeit eines Zweifels übrig. Die aus dem Wasser des ersten tubulirten Gasapparats hervorragenden Enden der Mitteldrähte *C* und *D*

wur-

wurden in eine zweite parallel gelegte tubulirte Röhre geführt, und sie gaben in dieser zweiten Röhre eine lebhafte Wasserzerletzung, wobei der Draht, der aus der negativen Region des Wassers des ersten Apparats kam, auch Wasserstoffgas im zweiten Apparate gab, und der der positiven Region des ersten Apparats zugehörige Draht, auch in der zweiten Röhre Oxyd erzeugte. Es war sogar hinlänglich, die Enden der Mitteldrähte des ersten Apparats an die aus den Tubulirungen des zweiten hervorragenden Drähte anzulehnen, um in dieser zweiten Röhre die Oxyd- und Gaserzeugung zu erhalten.

Zeigt nun aber dieser paradoxe Fall nicht die Verschiedenheit der electrischen und chemischen Wirkung der Causalität nach? Muß nicht das, was Oxydation und was Gaserzeugung hervorbringt, mit dem, was $+E$ und $-E$ bewirkt, durchaus heterogen seyn? und scheitert nicht gegen diese Thatsache das ganze Lehrgebäude des Newton der Electricität? (denn Franklin war nur Volta's Kepler.)

Ich glaube, daß dieser Schluss, so natürlich und logisch er mir anfangs selbst schien, doch sehr übereilt und unrichtig wäre. Wenn in einem Körper oder in einem Systeme von Körpern irgend eine Ursache wirkt, um das Gleichgewicht der Electricität zu stören, so wird dieser Körper oder dieses System von Körpern in seinen äußersten Punkten $+E$ und $-E$ zeigen, (ein jeder wird meine nicht ganz dualistischen Ausdrücke leicht in die Sprache des

Dualismus übersetzen können.) Giebt man ihnen einen beliebigen überschüssigen Grad von $+$ oder $-E$, der den gegenwärtigen electricischen Zustand der Luft übersteigt, so wird der ganze Körper oder das ganze System dem Electrometer $+$ oder $-$ geben; darum aber hat die Kraft, die sich bestrebt, das Gleichgewicht zu heben, nicht aufgehört wirksam zu seyn, und es wird an den äußern Enden in dem mitgetheilten $+$ oder $-$ noch immer eine ungleiche Vertheilung, (ungleiche Ziehung des $+$ E und Abstoßung des $-$ E .) statt finden. Ein solches System von Körpern ist die Voltaische Säule selbst. Die wechselseitige Wirkung des Silbers und Zinks macht das Silber negativ und den Zink positiv, und die Säule, wenn sie übrigens im electricischen Gleichgewichte mit der Luft und dem Electrometer ist, giebt diesem $+$ E am Zinkpole und $-$ E am Silberpole. Ertheilt man aber der isolirten Batterie mehr $+$ E , als die Luft und das Electrometer haben, so wird der Silberpol selbst das Electrometer stark mit $+$ E afficiren; darum hört aber der Ladungsmechanismus nicht auf. Silber und Zink haben beide mehr $+$ E als die Luft; sie vertheilen es unter sich aber wieder ungleich, so daß ein Electrometer, das eben die Ladung hätte als die Batterie, am Silberpole mehr zusammenfallen, und am Zinkpole mehr divergiren würde. Eben so kann die Säule am Zinkpole negativ gemacht werden, wenn man ihr $-$ E beibringt, und dessen ungeachtet geht der sogenannte Circulations-Prozess seinen Gang ungehindert fort. — Die-

se Versuche, die ich an der Batterie oft anstellte, könnte man ebenfalls an der gewöhnlichen Electrifirmaschine anstellen, wenn es möglich wäre, der Luft des Zimmers einen so hohen und beständigen Grad von $+E$ beizubringen, daß alle Theile des Apparats, Reibzeug, erster Leiter und Electrometer, $+D$ Divergenz gäben. So wie man nun beim Drehen der Scheibe die Excitation anfangt, die auch nur in aufgehobenem Gleichgewichte besteht, würde das $+E$ am Reibzeuge schwächer, am Leiter stärker werden; aber alle Electrometer würden, so lange wie dieser Zustand der Luft dauerte, am Reibzeuge, so wie am ersten Leiter, mit $+E$ divergiren.

Was nun von einem Systeme von Körpern gesagt worden, gilt auch von unserm Mitteldrahte, als einzelнем Körper, der durch das Electrifiren des Theils der Wassersäule, worin er sich befindet, $+E$ oder $-E$ erhalten hat, und doch zugleich durch die vertheilende Wirkung der Batteriedrähte, (die man vielleicht höchst irrig eine Strömung nennt,) an einem Ende $-$, am andern $+$ zu werden strebt. Der absolute electrische Zustand dieser Mitteldrähte ist und bleibt $+$, wenn er sich in der Region des Zinkdrahts, und $-$, wenn er sich beim Silberdrahte befindet; aber er erhält seiner Länge nach eine Tendenz zum $+$ und $-$ werden, welche von der allgemeinen Wirkung der Batterie herrührt und durch die besonders modificirte Leitungskraft des Wassers möglich bleibt.

Ehe ich diesen Gegenstand verlasse, will ich noch einige Umstände erwähnen, die sich auf die Wirkung der Mitteldrähte beziehen. Werden die Mitteldrähte *C* und *D*, (Fig. 4,) unter Wasser an einander geschoben, so hören im Augenblicke, wenn sie sich berühren, ihre Spitzen auf Gas und Oxyd zu geben, und die chemischen Wirkungen geschehen nur an den Knie-Enden dieser Drähte, die nun als ein einziger continuirlicher Leiter zu betrachten sind. Diese Erscheinung war leicht vorauszusehen, und ist äußerst leicht zu erklären. — Etwas auffallender ist es, daß gerade das nämliche statt findet, wenn man die beiden aus den Tubulaturen hervorragenden Enden *C* und *D* ausserhalb der Röhre in Berührung bringt, (Fig. 5.) Die Spitzen hören alsdann ebenfalls auf zu wirken, und nur die Knie-Enden geben Gas und Oxyd. Wenn man aber die geringe Leitungsfähigkeit des Wassers im Vergleiche der Metalle bedenkt, so bleibt kein Zweifel, daß bei der zusammenhängenden Metallleitung ausserhalb der Röhre, jetzt in einer und derselben Röhre zwei verschiedene, durch Wasser isolirte, und durch Metalldrähte zusammenhängende Gasapparate entstanden sind, wobei das einzige paradox scheinende die Gaserzeugung durch einen Umweg ausserhalb der Punkte, wo der Kreis eigentlich geschlossen wird, seyn könnte. Von einem ähnlichen Umwege haben wir aber schon oben Beispiele gehabt. Dieser Versuch zeichnet sich übrigens dadurch aus, daß die frei gegen über stehenden Spitzen der Mitteldrähte

kein Gas gaben, während die oberhalb liegenden stumpfen Enden dieser Drähte sehr starke Gaszeugung gewähren.

Der letzte Versuch, den ich noch schliesslich aus meinem Tagebuche ausheben will, giebt uns Gelegenheit, beinahe alle im Vorigen aufgestellte Sätze anzuwenden, und so ihre Wahrheit und ihren theoretischen Nutzen zu prüfen.

Von zwei parallel neben einander gestellten tubulirten Gasapparaten, (Fig. 6,) ist der eine (I) mit den Batteriedrähften *A*, (+*E*) und *B*, (—*E*) verbunden. Seine beiden Mitteldrähte *C* und *D* bleiben mit ihren gegen einander gekehrten Spitzen in gleichen Entfernungen vom Indifferenzpunkte *E*, und ihre herausragenden Enden biegen sich gegen den zweiten Apparat (II) zurück, und durch seine Tubulirungen *c* und *d* in denselben hinein, so dass sich ihre Endspitzen auch hier in gleichen Entfernungen vom Indifferenzpunkte *e* befinden. Bringt man überdies von *E* zu *e* einen dritten Mitteldraht an, der aber bloß in das Wasser der beiden Röhren hinein ragt, so wird dieser Draht *Ee* weder chemische noch electrische Erscheinungen geben, weil sich seine Spitzen in den Indifferenzregionen der beiden Wasserfäulen befinden. Zieht man die Drahtenden *C* und *D*, oder *c* und *d*, oder auch die ganzen Drähte *CD* und *cd* gleich weit zurück, so bleibt an den Spitzen *E* und *e* alles todt, weil sie nach wie vor immerfort in der respectiven Indifferenzregion sind. Zieht man dagegen *D* und *c* zurück,

so daß sie in die Lage kommen, welche Fig. 7 darstellt, so rückt im ersten Apparate (I) der Wirkungskreis des positiven Pols *A* vor, und macht *E* durch Vertheilung negativ. Eben so rückt im zweiten Apparate (II) die Atmosphäre des negativen Pols *d* verhältnißmässig vor, und macht *e* durch Vertheilung positiv. Auch giebt augenblicklich *E* Wasserstoffgas und *e* Oxyd, wenn man zu mehrerer Deutlichkeit *Ee* nicht von Platin genommen hat; wie es denn überhaupt bei diesem Versuche viel schicklicher ist, alle Drähte von einem oxydirbaren Metalle, z. B. von legirtem Silber, zu nehmen, weil sich nur alsdann alles recht deutlich ausnimmt. — Soll umgekehrt *E* Oxyd und *e* Gas geben, so braucht man nur *C* und *d* wieder vorzuschieben, und *c* und *d* zurückzuziehen. Hierbei ist zu bemerken, daß der gehörig zurückgezogene Draht *C* oder *D* des ersten Apparats aufhört, die Phänomene der Polarität seiner Länge nach zu zeigen, und nur Gas oder nur Oxyd giebt, so daß im ersten Apparate nicht mehr Gas und Oxyd gebende Punkte entstehen, als vorher da waren, und *E* nun die Stelle desjenigen vertritt, der dem zurückgezogenen Drahte abgeht. In der zweiten Röhre haben wir aber den merkwürdigen Fall eines Gasapparats mit drei distincten gasgebenden Spitzen, wovon immer die zwei nächsten ungleichartig sind.

Die zuletzt angeführte Thatfache scheint mir, so wie alle übrigen, eine wesentliche Causalverknüpfung der chemischen und electricchen Erscheinun-

gen vollkommen zu begründen. So mannigfaltig und zum Theil verwickelt die Combinationen waren, die ich vornahm, und von denen ich nur die einfachsten angeführt habe, so suchte ich doch in allen, (die zum 5ten Satze gehörigen etwa ausgenommen,) die chemische Wirkung nach der Aussage des Electrometers auf, bestimmte sie im voraus, und fand mich äußerst selten in meiner Erwartung betrogen. Die Reizversuche des Froschpräparats an den Mitteldrähnen des tubulirten Gasapparats mit und ohne Batterie, bei Anwendung ganz homogener Platindrähne, werden mir künftig Gelegenheit geben, dieses ausführlicher aus einander zu setzen.

(Die Fortsetzung folgt.)

II. Ueber die Bewegung des galvanischen Fluidums,

von
B I O T

Prof. am Coll. de France, u. Associé des Nat.-Inst.

(Vorgelesen im National-Institute den 26sten Therm.
J. 9, (14ten Aug. 1801.)*)

Mein Zweck bei diesem Aufsatze ist, zu beweisen, daß die Verschiedenheit der Gesetze, nach welchen das galvanische Fluidum in den verschiedenen Apparaten zu wirken scheint, eine Folge der Form dieser Apparate selbst ist, vermöge welcher die Geschwindigkeit jenes Fluidums beschleunigt oder verlangsamt wird.

Die Versuche des Bürgers La Place in der *Ecole de Médecine* haben bewiesen:

- *) Diesen im Originale noch ungedruckten Aufsatz voll interessanter Versuche und Ideen verdanke ich Herrn Prof. Pfaff, dem er vom Verfasser in der Handschrift mitgetheilt wurde. Daß Herr Pfaff selbst die Hauptversuche mit Biot in Paris wiederholt hat und ihre Richtigkeit bezeugt, (*Annalen*, IX, 263,) erhöht, bei der bekannten Sorgfalt und Genauigkeit unsers Landmannes, den Werth dieser Abhandlung gewiß nicht wenig.
- d. H.

1. Dafs zwischen den beiden Enden der Voltai-
schen Säule *Anziehung* statt findet. — 2. Dafs an
jedem Ende die Theilchen des Fluidums *sich wech-*
felfeitig zurückstofsen. *) — Diese beiden Thatfa-

*) Man findet diese Versuche im *Journal de Médeci-*
ne, Chirurgie, Pharmacie etc. par Corvisart,
Leroux et Boyer, Tome 1, Paris, An 9, Ni-
vôse, p. 351—358, unter der Ueberschrift: Ex-
périences galvan. vérifiées jusqu'à présent à l'Ecole
de Médecine, au moyen de l'appareil imaginé par Vol-
ta; communiquées par I. M. Hallé. Unter meh-
rern Gelehrten hat auch La Place dazu beige-
tragen, die dort erzählten Facta zu verificiren.
Die Versuche wurden mit Zink-Silber-Säulen bis
auf 100 und mehr Lagen, und mit einem Becher-
apparate aus Zinkkupfer angestellt, (der sich min-
der wirksam zeigte,) und enthalten für uns nichts
neues. Sie betreffen: die *Wasserzersetzung*; die
Funken, (die röhlichen Funkenbüschel, welche
noch ausser dem weissen Lichtpunkte erscheinen
und einem Verbrennen gleichen, sollen nur durch
Eisendraht bewirkt werden, erfolgen, gleichviel
ob man eine Zink- oder Silberscheibe berührt,
und oft entstehen zugleich Lichtfunken an meh-
rern Stellen der Säule;) die *Anziehung und Zu-*
rückstofsung. (man nahm eine kleine Leidener Fla-
sche in die Hand, schlofs mit ihrem Knopfe und
der andern Hand die Kette einige Minuten lang,
und fand, dafs dann Coulomb's Electrometer,
zuvor geladen, vom Kopfe so angezogen oder ab-
gestofsen wurde, dafs der Hydrogenpol — M, der
Oxygenpol + E der innern Belegung der Flasche
mufste mitgetheilt haben;) und die *physiologischen*

ehen dienen meinen Untersuchungen zur Grundlage.

Es ist allgemein bekannt, daß die *Spitzen* die Electricität leicht anziehen und ausströmen; eine Eigenschaft, die ihnen in Rücksicht aller Fluida, deren Theilchen sich wechselseitig zurückstoßen, gleichmäßig zukommen muß. Je stumpfer die Spitzen sind, um so mehr nimmt diese ihre Kraft ab; woraus nach Analogie zu schliessen ist, daß *ebene Flächen*, welche gleichsam Elemente von großen Kugeln sind, nur mit Schwierigkeit die Flüssigkeit, womit sie beladen sind, von sich geben, und zwar mit desto größerer Schwierigkeit, je größer sie sind. Diese Eigenschaft der ebenen Flächen zeigt sich deutlich in dem Volta'schen Condensator, dessen Metalldeckel die Electricität an sich hält, so lange er mit seiner Fläche auf der Marmorplatte ruht, sich aber entladet, wenn er diese Platte mit seinem Rande berührt.

In einer Volta'schen Säule, deren beide Enden mit einander in Verbindung gebracht sind, muß daher die Bewegung des galvanischen Fluidums, welche sie bewirkt, um so schneller seyn, je kleiner die Metallplatten sind, und um so langsamer, eine je größere Oberfläche diese Platten haben. Auf der andern Seite nimmt die absolute Quantität des

Wirkungen; (Verstärkung des Schlages durch dicke Metallröhren und durch Isolirung, auch einer ganzen Kette von Menschen.) d. H.

Fluidums, welche sich in einer gegebenen Zeit in der Säule unter übrigens gleichen Umständen bildet, mit der Gröſſe der Metallplatten ab. Hat man daher zwei Säulen von gleich viel Lagen, die eine mit *groſſen*, die andere mit *kleinen* Platten, ſo wird in einerlei Zeit die *erſtere* eine gröſſere Maſſe von Flüſſigkeit, welche aber eine geringere Geſchwindigkeit beſitzt, die *zweite* dagegen eine geringere, aber von einer gröſſern Geſchwindigkeit belebte Maſſe galvaniſcher Flüſſigkeit geben. Wir wollen nun unterſuchen, was für einen Einfluß dieſe doppelte Verſchiedenheit auf die Wirkungen beider Apparate haben muß.

1. Die *Erfchütterungen* hängen weit weniger von der Maſſe der Flüſſigkeit, als von ihrer Geſchwindigkeit ab, wie dieſes der Verſuch mit der Leidener Flaſche beweiset. Man verliert daher bei Vergröſſerung der Metallplatten durch die verminderte Geſchwindigkeit der Flüſſigkeit in dieſer Rückſicht mehr, als man durch Vermehrung ihrer Maſſe gewinnt, weſhalb die Erfchütterungen abnehmen müſſen, indem die Oberfläche der Metallplatten zunimmt. Doch nehmen die Erfchütterungen nicht umgekehrt mit Verminderung der Oberfläche bis ins Unendliche zu, weil zugleich mit den Oberflächen auch die absolute Quantität des Fluidums, und damit die Intenſität der Erfchütterung abnimmt. Deshalb wird eine aus kleinen Platten zuſammengesetzte Säule einen, um mich ſo auszudrücken, durchdringendern, aber weniger heftigen Schlag,

(*coup plus sec, mais moins intense,*) als eine aus grössern Platten zusammengesetzte Säule geben.

Die Resultate dieser theoretischen Schlüsse werden durch die Erfahrung bestätigt. Die 8 grossen Platten des Bürgers Hachette, deren sich Fourcroy bei seinen Versuchen, (*Annales*, VIII, 370,) bediente, geben bereits eine schwächere Erschütterung, als eine gleiche Anzahl gewöhnlicher Metallplatten von der Grösse eines französischen Thalers.

— Eine Säule, zusammengesetzt aus 12 kreisförmigen Platten von Zink und eben so vielen von Kupfer, 0,4 Mètres oder etwas über 14 französische Zolle im Durchmesser, erregt kaum einige Erschütterung in den befeuchteten Fingerspitzen; der Geschmack ist nur schwach, und der galvanische Blitz unmerklich. Eine einzige von diesen Platten hat eben so viel Oberfläche, als 80 gewöhnliche Platten. Der Bürger Roard, ehemaliger Zögling der *Ecole polytechnique* und Professor der Physik an der Central-schule des Departements der Oise, hat mir diesen Apparat besorgt, und an mehreren Versuchen, die ich damit anstellte, Theil genommen.

Eine Säule aus 50 Centimen, (eine kleine Kupfermünze, etwa von der Grösse eines preussischen Groschens,) und 50 Zinkplatten von derselben Grösse, giebt eine heftige Erschütterung, gleich einem durchdringenden Schlage, und starke Blitze, von einem lebhaften Geschmacke begleitet. Diese 50 kleinen Platten haben indess keine grössere Oberfläche, als 8 gewöhnliche Platten, und machen alle

zusammengenommen nicht mehr als den zehnten Theil einer der grossen oben erwähnten Platten aus. — Entladet man diese kleine Säule durch grosse Conductoren binnen einigen Sekunden mehrere Mahl, so ist sie im nachfolgenden Augenblicke ganz unwirksam; welches hinlänglich beweiset, daß in diesem Falle die absolute Quantität des Fluidums sehr geringe, die Geschwindigkeit desselben aber sehr gross ist. Dieser kleine Apparat hat mir noch mehrere merkwürdige Erscheinungen gezeigt, auf welche ich unten zurückkommen werde, indess ich hier in der Betrachtung der Modificationen fortfahre, welche die verschiedenen Verhältnisse der Masse und Geschwindigkeit des Fluidums in den galvanischen Erscheinungen hervorbringen.

2. Da der *galvanische Geschmack* und *Blitz* demselben Gesetze wie die Erschütterungen folgen, so müssen auch sie vorzüglich von der Geschwindigkeit des Fluidums abhängen, wie das auch die vorigen Versuche zeigen.

3. Nicht so verhält es sich mit den *Funken* und mit dem *Verbrennen der Metalle*. Diese Erscheinungen, in welchen das Fluidum durch seine Masse und die Stetigkeit seiner Gegenwart wirkt, müssen ganz besonders durch die grossen Platten begünstigt werden. Dieses bestätigt die Erfahrung auf das beste; der grosse Apparat bewirkt nicht bloß das Verbrennen des Eisens im Sauerstoffsas, sondern er verbrennt es auch auf eine ununterbrochene

Weise in der atmosphärischen Luft. *) — Der kleine aus 50 Centimen zusammengesetzte Apparat bringt einen ziemlich lebhaften und glänzenden Funken hervor, der aber nichts ähnliches erzeugt.

4. Die *Anziehungen* hängen ebenfalls von der Masse des Fluidums ab; sie sind auch in der That viel merklicher mit grossen Platten. Wenn man beim grossen Apparate die beiden Batteriedrähte zur gegenseitigen Berührung bringt, so hängen sie stark an einander, wenn auch ihre Elasticität diesem entgegen wirkt. Ja, die Adhärenz ist so stark, daß man die Drähte erschüttern, selbst kleine Gewichte anhängen kann, ohne daß sie sich von einander trennen. Diese Wirkungen gelingen bei wechselseitiger Berührung der Spitzen der Drähte besser, als auf irgend eine andere Art; auch taugen dazu alle Metalle, vorausgesetzt, daß sie nicht oxydirt sind. Während einer solchen Adhärenz der Enddrähte des Apparats hört jede andere galvanische Erscheinung auf. Auch lassen sich nicht zu gleicher Zeit zwei andere Drähte an einander zum Adhären bringen, und wenn man die ersten von einander trennt, so braucht der Apparat, im Falle es dicke Drähte waren, einige Zeit, um jene Eigenschaft wieder zu erlangen. Dieselben Drähte bleiben mehrere Stunden, und wahrscheinlich während der ganzen Zeit der Wirkung der Säule, an

*) Man vergleiche Simon's Versuche, *Annalen*, IX, 393. d. H.

einander hängen. — Man kann auch das Anhängen zweier metallischer Platten an einander bewirken, wenn man sie mit ihren Schärften einander nähert; aber nicht, wenn man ihre Flächen mit einander in Berührung bringt.

Die Metalle, mit welchen ich Versuche angestellt habe, beobachten in Rücksicht auf ihre Tauglichkeit, diese Adhäsion hervorzubringen, folgende Ordnung: *Eisen, Zinn, Kupfer, Silber*, welches die umgekehrte Ordnung ihrer Leitungsfähigkeit ist. — Dieses vollendet den Beweis, daß Spitzen das Vermögen haben, das galvanische Fluidum auszufließen, und Platten das Vermögen, es zurückzuhalten; denn natürlich muß in diesem Falle die Adhärenz der communicirenden Drähte, wenn man ihre Seiten einander nähert, um so leichter erfolgen, mit je weniger Leichtigkeit das Fluidum aus ihren Spitzen entweicht.

5. Ich hatte mehrmahls Gelegenheit gehabt, zu bemerken, daß in den aus kleinen Platten zusammengesetzten Säulen die *Oxydation* viel geschwinder als mit gewöhnlichen Platten vor sich geht. Dieses ließ mich vermuthen, daß die Geschwindigkeit des Fluidums Einfluß auf die *Oxydation* haben möchte. Um mich davon zu überzeugen, stellte ich folgenden Versuch an.

Ich setzte unter eine cylindrische Glasglocke, auf ein an eine pneumatische Wanne befestigtes Fußgestell, eine aus 39 Zink- und eben so vielen Kupferplatten von der Größe eines französischen Tha-

lers zusammengesetzte Säule, ohne ihre beiden Enden mit einander in Verbindung zu bringen, und beobachtete, daß das Wasser in dem Apparate um 0,02 Mètres innerhalb $5\frac{1}{4}$ Stunde anstieg.

Ich nahm die nämlichen Platten, nachdem ich sie gereinigt hatte, brachte die nämlichen Stücke Tuch mit neuer Auflösung befeuchtet mit ihnen in Verbindung, errichtete die Säule auf die nämliche Art wie das erste Mahl, und versetzte sie in dieselben Umstände, nur daß ich diesmal beide Enden mit einander in leitende Verbindung brachte. Das Wasser erhob sich nun um 0,02 Mètres binnen $1\frac{1}{2}$ Stunden. — Auch fernerhin war das Aufsteigen des Wassers bei geschlossener Kette weit beträchtlicher, als bei unterbrochener Communication der Enden. Die Oxydationen folgten demselben Gesetze.

Ich wiederholte diesen Versuch mit zwei Säulen, deren jede aus 22 kleinen Zinkplatten und 22 Centimèn zusammengesetzt war, brachte beide zugleich unter ähnliche Glocken auf derselben pneumatischen Wanne, und erhielt die nämlichen Resultate wie in dem vorigen Falle. Die Säule mit geschlossener Kette brachte das Wasser in $7\frac{1}{4}$ Stunde zu derselben Höhe, wie die andern in 11 Stunden, und dasselbe Verhältniß beobachteten beide Säulen während der ganzen Dauer des Versuchs. Am Ende von 15 Stunden war das Wasser um 0,045 Mètres in der ersten, und nur um 0,015 Mètres in der andern gestiegen, und als endlich die Abforption

ption aufhörte, betrug sie 0,065 in der ersten, und 0,055 in der zweiten.

Als ich die beiden Säulen aus einander nahm und ihre Platten mit einander verglich, bemerkte ich eine ohne Vergleich stärkere Oxydation in der Säule mit geschlossener Kette. Hieraus folgt, daß die Circulation der Flüssigkeit in dem Apparate die Oxydation der metallischen Platten, so wie das Verschlucken des Sauerstoffs vermehrt.

Es ist hier der schickliche Ort, von einer Erscheinung zu reden, welche der Bürger Friedrich Cuvier und ich in unsern Versuchen über das *Verschlucken des Sauerstoffs durch die galvanische Säule* bereits bemerkt hatten. Wenn man die Säule auf folgende Art errichtet: Zink, Wasser, Kupfer, Zink, Wasser, Kupfer u. s. f., und sie unter eine Glocke setzt, um die Erneuerung der atmosphärischen Luft zu verhindern, so wirkt sie gleichsam auf sich selbst zurück, und man sieht auf eine constante Weise den Zink auf das Kupfer, das Kupfer auf den Zink, und sofort von unten nach oben in der ganzen Länge der Säule sich versetzen. Das Umgekehrte findet statt, wenn man die Säule auf eine umgekehrte Art erbauet. Der Zink ist genöthigt, um sich auf das Kupfer abzusetzen, durch das feuchte Stück Tuch, das beide von einander trennt, hindurchzugehen. In Säulen, deren Kette nicht geschlossen ist, hat dieser Durchgang nicht statt; die Oberfläche des Kupfers ist glatt, und die ihm entgegengesetzte Oberfläche des Zinks mit kleinen

schwarzen Fäden, nach der Richtung der Fäden des Tuchs bedeckt. Wenn die Schließung einige Zeit lang statt gefunden hat, so fangen einige Partikelchen des Oxyds an überzugehen, und setzen sich auf das Kupfer ab, und ist die Wirkung der Säule stark, so wird die Oberfläche des Kupfers zuletzt ganz davon bedeckt. Alsdann hört die Wirkung auf, und dieser Uebergang trägt durch die Erneuerung der Oberfläche des Zinks dazu bei, die Wirkung des Apparats zu verlängern. Bisweilen stellt sich das Zinkoxyd, nachdem es durch das Stück Tuch durchgedrungen ist, auf dem Kupfer wieder in metallischer Gestalt her. — Das Versetzen des Kupfers auf den Zink geschieht immer auf den Flächen, mit welchen sie sich unmittelbar berühren. Alsdann behält das Kupfer, wenn es dem Zink adhärirt, allezeit seine metallische Gestalt; bisweilen bildet sich Messing. Nie habe ich diese Reductionen in Säulen, deren Kette nicht geschlossen war, bewirkt. Wenn sie gelingen sollen, müssen die Tuchplatten nicht zu dick, auch nicht von einem zu dichten Gewebe seyn.

Diese Erscheinungen scheinen zu beweisen, daß, wenn die Säule auf folgende Art aufgebaut ist: Zink, Wasser, Kupfer; Zink, Wasser, Kupfer etc., der Strom des Fluidums in der Säule von unten nach oben geht; dagegen von oben nach unten, bei folgendem Baue: Kupfer, Wasser, Zink; Kupfer, Wasser, Zink u. s. w. Und dieses stimmt mit Volta's Versuchen überein.

Dieses betraf die Bewegung des Fluidums im Innern des Apparats. *Wie diese Bewegung modificirt wird, wenn das Wasser ihr zum Leiter dient, ist der Gegenstand der folgenden Versuche.*

In Fig. 1, Taf. II, stellen *A, B, A'* drei mit destillirtem Wasser gefüllte Gläser, und *S, S'* heberförmige Glasröhren vor, welche das Wasser dieser Gläser in leitende Verbindung setzen. Man vergewissert sich, dass diese Heber voll sind, dadurch, dass, wenn man Wasser in eins der Gläser gießt, es in den beiden andern steigt. *PN* ist eine Säule auf folgende Art aufgebauet: Zink, Wasser, Kupfer u. s. w.; *P* ihr positives, *N* ihr negatives Ende, und *F, F* sind Eisendrähte, welche sie mit den Wassergläsern *A, A'* in leitende Verbindung setzen. An ihren Enden sind diese Drähte mit Kupferplatten versehen, die 0,14 Mètres oder 6 Zoll im Durchmesser haben. Ich bediente mich bei diesem Versuche zuerst einer Säule von 68 gewöhnlichen Zink- und Kupferplatten, deren Tuchscheiben mit einer starken Auflösung von Alaun durchdrungen waren. Die Entfernung der Platten in *A, A'* betrug ein Mètre, (3 Fuß 11 Linien.)

Man erhielt die Erschütterung, 1. wenn man die eine Hand an *N* brachte, und die andere Hand in *A* tauchte; 2. wenn man die eine Hand auf *P* aufsetzte, und die andere Hand in *A'* eintauchte, die andere Platte mochte im ersten Falle in das Gefäß *A'*, im zweiten in *A* eingetaucht seyn oder nicht.

Man verspürte keine Wirkung, 1. wenn man die Platte *A'* in die eine Hand nahm, und die andere Hand in das Gefäß *A'* oder in das Gefäß *B* tauchte, während die andere Platte in das Gefäß *A* eingetaucht war; 2. wenn man die Platte *A* in die eine Hand nahm und die andere Hand in das Gefäß *A* oder in das Gefäß *B* tauchte, während die andere Platte in das Gefäß *A'* eingetaucht war.

Man verspürte Erschütterung, Geschmack und Blitz, 1. wenn man die eine Hand an *N* brachte und die Zunge in das Wasser des Gefäßes *A* tauchte, die andere Platte mochte in das Gefäß *A'* eingetaucht seyn oder nicht; 2. wenn man die eine Hand auf *P* aufsetzte und die Zunge in das Wasser des Gefäßes *A'* tauchte, die andere Platte mochte in *A* eingetaucht seyn oder nicht.

Man verspürte keine Wirkung, 1. wenn man eine Hand mit *N* oder *P* in Berührung brachte und die Zunge in das Wasser des Gefäßes *B* eintauchte, die beiden Platten mochten in die Gefäße *A* und *A'* zugleich Zeit eingetaucht seyn oder nicht; 2. wenn man eine Hand an *N* brachte und durch Saugen das Wasser des Gefäßes *A* in den Mund brachte, die andere Platte mochte in das Gefäß *A'* eingetaucht seyn oder nicht; 3. wenn man eine Hand auf *P* aufsetzte und auf dieselbe Art das Wasser des Gefäßes *A'* erhob, die andere Platte mochte in *A* eingetaucht seyn oder nicht.

Diese Erscheinungen sind ganz dieselben, wie wenn man zwischen die Leiter A und A' einen, isolirenden Körper gebracht hätte.

Der Apparat blieb 24 Stunden lang aufgerichtet und gab beständig die nämlichen Erscheinungen. Es entwickelten sich weder von der einen noch von der andern Platte Luftbläschen, und beide zeigten auch nicht die geringste Spur von Oxydation. Beim Auseinandernehmen, wo die Säule noch Erschütterungen gab, hatten die Platten dasselbe Ansehen wie in einer Säule mit geschlossener Kette, die Zinkscheiben waren mit schwarzen Fäden bedeckt, welche nicht durch die Tuchplatten hindurch gekonnt hatten, um sich auf das Kupfer abzusetzen, ungeachtet die Tuchstücke ganz dazu geschickt waren, da sie den Durchgang schon in andern Versuchen mehrmahls gestattet hatten und vor diesem Versuche gehörig gewaschen worden waren. — Folglich mußte das zwischen den Batteriedrähten befindliche Wasser der Bewegung des galvanischen Fluidums widerstehn, und wenn dieser Widerstand zu groß ist, als daß ihn das Fluidum überwinden kann, so wird die Wirkung nicht übergetragen, und die Kette ist in der That nicht geschlossen.

Ich wiederholte diesen Versuch, indem ich die Platten in A und A' nicht weiter als um 0,6 Mètres von einander entfernte und die Tuchplatten mit einer starken Auflösung von Kochsalz befeuchtete. Die Erschütterungen und die Blitze, welche sich in großer Energie zeigten, hörten hier gleichfalls auf.

als ich die Gläser durch die Wasserröhren in leitende Verbindung brachte. Wenn ich aber das Wasser durch Saugen in eine Glasröhre aufsteigen machte, und die Spitze der Zunge einige Zeit lang mit der kleinen Wasserfäule, welche sich darin befand, in Berührung erhielt, so empfand ich den galvanischen Geschmack sehr merklich, und zwar bei einer kürzern Röhre stechender; doch verursachte er weder Blitze noch die geringste Erschütterung. Wenn man die Platte *A'* in die Hand nahm, und nach der Reihe die Glasröhre in die Gefäße *A*, *B*, *A'* brachte, so empfand man in dem ersten einen sehr merklichen, in dem zweiten einen nur sehr geringen, und in dem dritten keinen oder beinahe gar keinen Geschmack. Diese Resultate beweisen, *dass das Wasser in sich selbst ein unvollkommner Leiter des galvanischen Fluidums ist.*

Was ich hier gesagt habe, bewirkt *keinen Unterschied zwischen der Electricität und dem Galvanismus*; vielmehr liesse sich daraus eine neue Analogie zwischen beiden ableiten. Zwar würde, (wie ich mich selbst durch Versuche davon überzeugt habe,) unter denselben Umständen eine von der Leidener Flasche erzeugte Erschütterung durch das Wasser, obschon mit verminderter Intensität, fortgeleitet worden seyn; allein bei der unvermeidlichen Dicke des Glases wird die Anhäufung einer ziemlich grossen Quantität electrischer Flüssigkeit erfordert, ehe eine Entladung erfolgen kann. Wäre nun der Galvanismus, wie es immer wahrschein-

licher wird, die Wirkung einer sehr schwachen, mit einer sehr großen Geschwindigkeit begabten Electricität, so würde in dem Obigen kein Widerspruch liegen, da für sie das Wasser ein sehr unvollkommner Leiter seyn müßte.

Es verdient besonders bemerkt zu werden, daß in diesen Versuchen das galvanische Fluidum sich durch die Masse des Wassers selbst fortzupflanzen gezwungen war. Anders hätte sich die Sache verhalten, wenn man durch Hülfe eines offenen Gefäßes die Communication bewirkt hätte. Das galvanische Fluidum, welches dann die Freiheit gehabt hätte, an der *Oberfläche* des Wassers hinzugleiten, würde sich auf eine viel größere Entfernung fortgepflanzt haben. Ich habe den Beweis davon auf eine sehr einfache Art in einem Versuche erhalten, wo ich die Communication mittelst einer einen Mètre langen und mit Wasser gefüllten Wanne gemacht hatte, in welche sich die Batteriedrähte mit Platten von Kupfer, 0,14 Mètres, (6 Zoll,) im Durchmesser, in einer Entfernung von 0,6 Mètres von einander endigten. Wenn man eine dieser Platten mit der Hand hielt und das Wasser der Wanne mit der andern Hand oder mit der Zunge berührte, so verspürte man im Augenblicke die Erschütterung, den Geschmack und das Licht; wenn man aber das Wasser durch Saugen in eine Glasröhre in die Höhe zog, so verspürte man im Augenblicke, da das Wasser die Zunge berührte, keine Wirkung. Vielleicht würde man, bei fort dauern-

der Berührung am Ende den Geschmack empfunden haben, was ich aber damahls nicht versuchte.

Bei Wiederholung dieses Versuchs überzeugte ich mich, daß die Wirkungen einer sehr starken Säule, welche auf der Oberfläche des Wassers weiter als in der Entfernung eines halben Mètre, ohne etwas von ihrer Energie verloren zu haben, empfunden wurden, sich auf einen bloßen Geschmack reducirten, wenn man sie durch eine kleine Wassersäule von 2 oder 3 Centimètres fortleitete, welche möglichst nahe an dem in das Wasser eingetauchten Batteriedrahte in die Höhe gezogen war.

Diese Eigenschaft des galvanischen Fluidums, mit *Leichtigkeit auf der Oberfläche des Wassers hinzugleiten*, giebt ihm eine neue Analogie mit der Electricität. — Man kann daraus die Schwierigkeit erklären, mit welcher, den Versuchen des Bürgers Hallé in der *École de médecine* zufolge, das galvanische Fluidum sich auf metallischen Leitern fortbewegte; eine Schwierigkeit, welche zu verschwinden scheint, wenn man den Gang desselben beschleunigt, indem man es, so zu sagen, mit den befeuchteten Fingern fortleitet. Das galvanische Fluidum gleitet mit großer Geschwindigkeit auf der feuchten Spur hin, welche die Finger auf den Conductoren gelassen haben, statt daß es sonst durch eine Menge Umstände hätte aufgehalten, oder wenigstens in seiner Bewegung verlangsamt werden können, wie z. B. durch den Uebergang von einem Conductor zum andern, durch abge-

ründete Flächen, oder durch die Oxydation einiger Stellen auf seinem Wege; Hindernisse, welche einer größern Masse von Flüssigkeit nicht widerstehen, und welche z. B. den gewöhnlichen Quantitäten Electricität, welche wir erregen können, welchen würden.

Diese Thatsache, welche als eine sehr wichtige Verschiedenheit zwischen dem Galvanismus und der Electricität hätte betrachtet werden können, vermehrt durch die Zurückbringung auf eine solche Ursache ihre Analogien.

Die Eigenschaft, welche das galvanische Fluidum hat, mit großer Schnelligkeit auf der freien Oberfläche des Wassers hinzugleiten, erklärt auch noch die Vermehrung der galvanischen Wirkung, welche befeuchtete Conductoren hervorbringen, wenn man sie mit Gewalt drückt, um ihre Berührung mit einer größern Menge von Punkten zu bewirken. Das Fluidum, welches sich frei auf der feuchten Oberfläche, welche ihm die Conductoren darbieten, ausbreiten kann, strömt in großer Menge und mit großer Geschwindigkeit über; diese Einrichtung muß also nothwendig die Wirkungen seiner Action auf uns vermehren, und zwar um so mehr, je größer die Oberfläche der Conductoren ist.

Was ich in dieser Abhandlung zu beweisen gesucht habe, ist:

1. Dafs die Gesetze der Bewegung des galvanischen Fluidums aus der Repulsivkraft seiner Theil-

chen entspringen, und daß aus diesem Gesichtspunkte jene Gesetze die nämlichen wie die der Electricität sind.

2. Daß die Verschiedenheit der Erscheinungen in den mannigfaltigen Apparaten zur Hauptursache die verschiedenen Verhältnisse haben, in welchen Quantität oder Masse des Fluidums und Geschwindigkeit desselben sich darin combinirt finden.

3. Daß dieses Fluidum, welches sich mit Schwierigkeit durch das Wasser hindurch bewegt, mit einer großen Leichtigkeit über die Oberfläche dieser Flüssigkeit hingleitet.

Ich bemerke noch schliesslich, daß die chemischen Erscheinungen, welche vom Galvanismus abhängen, nicht als wesentlich denselben von der Electricität unterscheidend betrachtet werden können, weil sich das galvanische Fluidum in unsern Apparaten nie anders als mit einer großen Geschwindigkeit und einer geringen Masse zeigt, während die Electricität, wenn wir sie durch unsere Batterien in Bewegung setzen, zugleich in großer Masse und in großer Geschwindigkeit erscheint. Da nun im Galvanismus selbst die verschiedenen Verhältnisse der Geschwindigkeit und Masse zu so auffallenden Verschiedenheiten Veranlassung geben; wie viel größer muß nicht die Verschiedenheit seyn, welche zwischen der durch unsere Maschinen hervorgebrachten Electricität und der sehr schwachen, mit einer sehr großen Geschwindigkeit begabten Electricität der galvanischen Apparate obwaltet!

III.

Ueber die chemische und electrische Wirkungsweite des Galvanismus in der Voltaischen Säule,

von

GOTTFRIED HUTH,

Prof. der Math. und Phyl. zu Frankf. an d. Oder.

Vorrichtung: Es wurde eine Säule von 100 Schichten gebaut; jede bestand aus einem neuen preussischen Viergrofschenstücke, einer Zinkplatte und einer mit schwachem Salzwasser getränkten Tuchscheibe. — Zugleich verfab ich zwei 21" lange und 1" weite Glasröhren mit Korkstöpseln, füllte sie mit reinem Brunnenwasser, und steckte durch die Stöpsel glatte Messingdrähte, so dafs sie 2 Zoll weit in das Wasser der Röhre hineinreichten. Auf dieselbe Art wurden noch 9 Glasröhren vorgerichtet, deren jede 44" lang und $\frac{1}{2}$ " weit war.

Versuch 1. Die beiden 21 Zoll langen Röhren wurden horizontal auf einen Tisch gelegt und mit den Ketten der Säule verbunden, die eine mit der des Zinkendes, die andere mit der des Silberendes. Ihre zweiten Drähte wurden durch einen messingenen Zwifohenhaken in leitende Verbindung gesetzt.

Sogleich nach der Verbindung erfolgte lebhaftes Gaserzeugung in beiden Röhren, und zwar in der des Silberendes an dem Drahte, der unmittelbar

an der Kette des Silberendes hing, und in der des Zinkendes an dem Drahte, der mit der Röhre des Silberendes communicirte. Eben sogleich auch wurden die beiden andern Drähte, (der, welcher in der zinkendigen Röhre an der Kette der Zinkseite hing, und der, welcher an der silberendigen Röhre mit dem gasentwickelnden Drahte der Röhre des Zinkendes communicirte,) an den Spitzen, und sehr bald in ihrer ganzen Länge, so weit sie sich in dem Wasser befanden, schwarz. — In jeder der Röhren waren die Spitzen der eingesteckten Drähte 16 Zoll weit von einander entfernt.

Versuch 2. Die beiden vorigen 21zölligen Röhren blieben an den Ketten der Säule hängen, wurden aber mit den andern Enden von einander losgehakt, und an die Drähte einer zwischengelegten 44zölligen Röhre eingehakt. — Sogleich nach der Verbindung dieser drei Röhren erfolgte Gaserzeugung und Oxydirung in jeder Röhre, doch mit minderer Lebhaftigkeit.

Versuch 3. Es wurden noch zwei, zusammen also drei, 44zöllige Röhren zwischen die 22zölligen Endröhren gelegt und zusammengehakt. — Sogleich nach Schließung dieser so zubereiteten Kette, erfolgte in den neuen Zwischenröhren eine schwache Oxydirung, die aber bald nach und nach stärker wurde. Auch sah man an der zunehmenden Schwärze, der bei den vorigen Versuchen schon oxydirten Drähte, in den dabei

schon angewandten Röhren, die an ihnen wirkfame Oxydirung, so wie dann auch in der Stelle aller oxydirten Drähte das Kalkwölkchen sichtbar zunahm. Aber die bei den vorigen Versuchen sichtbar strömende Gaserzeugung war nicht wahrzunehmen; indessen erschienen an den Drähten, wo sie erfolgen sollte, Gruppen kleiner Bläschen, und die Drähte behielten ihren Glanz.

Versuch 4. Es wurden nun noch sechs 44zöllige Zwischenröhren gehörig eingebakt, so daß jetzt die galvanische Verbindungskette aus zwei 21zölligen Endröhren und neun 44zölligen Zwischenröhren bestand. — Gleich nach Schließung der Kette war in keiner der Röhren eine galvanische Wirkung zu bemerken. Aber nach Verlauf einer halben Stunde zeigte sich an den einen Drähten der neuen Zwischenröhren der Anfang von Oxydirung, die dann sichtbar nach und nach zunahm. Diese Oxydirung war in den den Enden näher liegenden Röhren stärker, als in den mittlern. In der mittlern ward nur die Spitze des Drahts erst nach einigen Stunden sichtbar schwarz und nur ein kleines Kalkwölkchen in dem angrenzenden Wasser bemerkbar.

Es erhellet aus diesen Versuchen:

1. Dafs, je näher am Ende der Voltaischen Säule die Gaserzeugung und Oxydirung im Wasser vor sich gehn, sie desto lebhafter erfolgen.
2. Dafs in den mittelften Röhren einer aus mehreren mit Wasser gefüllten Röhren bestehenden Ver-

bindungskette, sowohl die Gaserzeugung als die Oxydirung am schwächsten ist.

3. Dafs in einer langen, aus mehrern, mit Wasser gefüllten Röhren bestehenden Verbindungskette, in den mittlern Röhren zwar Oxydirung, aber keine Gaserzeugung bemerkbar wird.

4. Dafs sich die chemische Wirkung einer hundert-schichtigen Silber - Zink - und Salzwasser - Säule durch zwei 16 Zoll lange und neun 39 Zoll lange unterbrochene, aber mittelst Messingdrahts mit einander verbundene Wassersäulen erstreckt. Rechne ich die Längen der Ketten der Säule, der Drähte in den Röhren und der Zwischenhaken hinzu, so ist bei dem vierten Versuche die ganze Länge der aus Wasser und Messingdraht abwechselnd zusammengesetzten Verbindungskette an 460 Zoll, (Pariser,) lang gewesen, und es wirkte in ihr jedes Ende der Säule auf eine Länge von 430 Zollen.

Versuch 5. Es wurde die Verbindungskette des vierten Versuchs auf mancherlei Weise durch Wegnehmung der Zwischenhaken getrennt, und an die Enden der Trennung ein sehr empfindliches *Goldblättchen-Electrometer*, dessen Goldblättchen 1 Zoll lang und $\frac{1}{3}$ Zoll breit sind, angehalten.

Die Goldblättchen wurden aller Orten von einander abgestossen; auf grössere Weiten, wenn das Ende der getrennten Kette, der Säule näher war; auf geringere Weiten, im Gegentheile. In der Mitte der aus neun 44zölligen und zwei 21zölligen Röh-

ren bestehenden Kette, an den Enden der fünften längern Röhre, wurden die Goldblättchen noch zwischen $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{50}$ Zoll von einander abgestossen.

Ueberhaupt habe ich bei allen meinen Versuchen wahrgenommen, dafs, je stärker und lebhafter die chemischen Wirkungen der Säule waren, desto weiter auch die Goldblättchen in dem Electrometer von einander abgestossen wurden, und ich bediene mich des Electrometers als eines sichern Galvanismometers. *) Sobald mir bei nachlassender Wirkung der Säule das Electrometer wieder mehr Stärke anzeigt, finde ich auch sogleich die Zuckungen, die Gaserzeugung und die Oxydirung stärker. Aber ich habe durch Erfahrung gelernt, dafs, wenn das Electrometer mich nicht betrügen soll, nothwendig ist, dafs die Ketten der Säule bei allen Versuchen immer recht straff angespannt gehalten werden. Auch müssen die Gelenke der Ketten da, wo sie sich berühren, recht glatt, und nicht oxydirt seyn. Weil man auf diese kleinen Erfordernisse nicht immer genau gesehen hat, so mag es daher gekommen seyn, dafs einige Experimentatoren bemerkt haben wollen, dafs nicht immer die chemischen Wirkungen der Säule mit den electrischen correspondirend gewesen sind.

*) Galvanismometer sollte man sagen, und nicht Galvanometer, da dieses Werkzeug ja nicht die Stärke der Galvanis, sondern des Galvanismus, anzeigen soll. H.

Versuch 6. Die Drahtkette einer achtzigschichtigen Silber - Zink - und Salzwasser - Säule wurden von jedem Ende her 16, (Pariser,) Fuß lang gemacht, und eine mit Wasser gefüllte zugestöpfelte Röhre, in der die Spitzen der eingesteckten Messingdrähte 2 Zoll von einander standen, zwischengehakt. — In dem Augenblicke des Einhakens erfolgte in dem Wasser der Röhre sehr lebhaft strömende Gaserzeugung und Oxydierung. — Auch als statt jener kurzen, eine längere Glasröhre, in der die Spitzen der Drähte 18 Zoll weit von einander entfernt waren, eingehakt wurde, erfolgte im Augenblicke des Einhakens das Nämliche.

Versuch 7. a. Jede der Ketten der Säule wurde 24 Fuß lang gemacht, und die Röhren mit 18 Zoll Abstand der Drähte eingehakt. — Sogleich Oxydierung, aber keine Gaserzeugung; nach 2 Minuten an der Spitze des Drahts Gaserzeugung in viel Blasen langsam strömend.

b. Statt der Röhre mit 18 Zoll Abstand der Drähte wurden 2 Röhren, jede mit 40 Zoll Abstand der Drähte, zwischengehakt. — Im Anfange erfolgte keine Veränderung; aber nach 2 Minuten Oxydierung, nach 5 Minuten auch mäßige Gaserzeugung.

c. Hierauf wurde zwischen jene beiden langen Röhren noch die vorige kürzere eingehakt. — Es erfolgte 3 Minuten nach Schließung der Kette langsames feines Luftblasen - Strömen in der mittelsten kürzern Röhre, in den längern Röhren nichts: aber nach 10 Minuten wurden die gaserzeugenden Drähte

te auch in diesen mit feinen Bläschen überzogen. Oxydirung wurde in allen drei Röhren bemerkt.

Nachdem die Säule schon 20 Stunden lang aufgebaut und wirksam gestanden hatte, wurden die Goldblättchen des Electrometers an dem Ende jeder der beiden 24 Fuß langen Säulenketten noch $\frac{1}{2}$ Linie abgestossen. — Die jetzt eingehakte Röhre mit 2 Zoll Abstand der Drahtspitzen zeigte lebhaftes Gaserzeugung und Oxydirung, sogleich nach dem Einhängen.

Es erhellet aus diesen Versuchen: daß die chemischen und electricischen Wirkungen der Voltaischen Säule von 80 Schichten, von jedem Ende aus sich durch mehr als 24 Fuß langen Messingdraht erstrecken.

Frankfurt im September 1801.

IV.

RESULTATE

aus meinen Versuchen mit der zusammen-
gesetzten ungleichartigen Metall-
verbindung, oder mit der Voltaischen
Säule,

JOH. ANTON HEIDMANN

Med. Doctor in Wien.

A. Resultate in physischer Hinsicht
überhaupt.

1. *Dass die Wirksamkeit einer Säule, welche aus
schicklichen ungleichartigen Metallen und abwech-
selnden Wasserschichten zusammengesetzt ist, in Ver-
hältniss steht mit der Berührung der dazu ange-
wandten Metallplatten unter einander. — Um dieses
genau zu bestimmen, nahm ich 40 runde Kupfer-
platten, und eben so viele, gleich grosse Platten
aus einer Mischung von Zink und Zinn, 3 Zoll
im Durchmesser; ich setzte dann meine Säule mit
Leinwandlappen, die in Salzwasser angefeuchtet
wurden, wie gewöhnlich zusammen, und bestimm-
te ihre Wirksamkeit nach der Stärke des Erschütte-
rungsschlages, der Funken, des Anziehens u. s. w.
Um die Berührung so viel möglich vollkommen zu
machen, hatte ich eben so viel gleich grosse Ku-
pferplatten; jede mit einer Platte von jener Zusam-*

mensetzung aus Zink und Zinn, durchs Verzinne
mit einander verbinden lassen, so daß nun stets ei-
ne Kupfer- und Zinkplatte nur eine einzige aus-
machen. Aus diesen schichtete ich nun eine Säule,
wie oben, auf, und fand ihre Wirkfamkeit um mehr
als um die Hälfte vermehrt. Ich wählte zu den
Zinkplatten eine Mischung aus gleichen Theilen
Zink und Zinn, weil sie dadurch an Wirkfamkeit
nichts verlieren, aber leichter zu behandeln und
viel eher zu reinigen sind.

2. Daß die Wirkung eines solchen Apparats gleich
sey (im Verhältnisse stehe mit?) der Wasserzer-
setzung in den angefeuchteten Papier-, Leinwand oder
Tuchlappen, und mit der Oxydation der Metalle an
ihrer Oberfläche zwischen zwei solchen vereinigten
und aufgeschichteten Metallplatten. — Die Oxyda-
tion läßt sich schon nach $\frac{1}{2}$ Stunde an beiden Ober-
flächen der Metallplatte wahrnehmen; und daß eine
Zersetzung des Wassers vorgeht, beweist das Ent-
stehen der Luft- und Wasserblasen, welche bei ei-
ner starken Wirkfamkeit der Säule zwischen den
Metallplatten deutlich hervortreten, und sich nicht
selten, wenn die Säule lange steht, als Schaum an-
häufen. Ich wählte, um diesen chemischen Ver-
änderungen frelern Raum zu lassen, Platten von
3 Zoll Länge und Breite, das ist, von 9 Quadratzoll
Flächeninhalt. Aus der Kenntniß des ganzen Flä-
cheninhalts der Säule wird sich vielleicht einmahl
ihre Stärke oder Wirkfamkeit bestimmen lassen.

3. *Daß die Dauer der Wirkung und der Erzeugung einer electrischen Flüssigkeit, gleich sey der Dauer der Zersetzung des Wassers und der Oxydation der Metalle in jeder Schicht, und daß daher auch hier die Electricität als bloßes Produkt dieser chemischen Veränderungen anzusehen sey.* — Denn es hört alle Wirkung auf, so wie die Oberflächen der Metallplatten gänzlich oxydirt, oder die angefeuchteten Tuchlappen trocken werden. Den Einfluß der atmosphärischen Luft und aller übrigen Gasarten auf die Wirksamkeit einer solchen Säule werde ich auf eine ähnliche Art, wie bei Bewegung einer Electrirmaschine im verschlossnen Raume, (siehe meine *Theorie der Electricität*, B. II, S. 589,) in der Folge genau zu bestimmen suchen. (*Annalen*, VIII, 1 f.)

4. *Daß die Gestalt der Metallplatten auf die Stärke und Dauer der Wirksamkeit eines solchen Apparats nicht den geringsten Einfluß habe.* Ich ließ mir anfangs runde, dann aber viereckige Platten verfertigen, weil diese letztern ihrer Gestalt wegen leichter aufgeschichtet werden können.

5. *Daß die Salzaufösungen zur Befeuchtung der Leinwand-, Papier- oder Tuchlappen deshalb vor dem bloßen Wasser den Vorzug verdienen, weil sie die Zersetzung des Wassers und die Oxydation der Metalloberflächen durch ihre vermehrte Anziehungs- oder Leitungskraft begünstigen, und dadurch die ganze Wirksamkeit der Säule erhöhen.* — Die Auflösungen metallischer Salze sind daher am wirksam-

sten; allein die Wirkung läßt in diesem Falle auch viel früher nach. Uebrigens scheint auch die Zersetzung der angewandten Salze dabei einigen Einfluß zu haben, welches sich aus dem Ammoniakgeruche bei Anwendung des Salmiaks erkennen läßt, und aus der halb-kaustischen Sode, die sich bei Anwendung des Kochsalzes zwischen den Metallplatten heraus krySTALLISIRTE, nachdem ich meinen Apparat von 200 solchen Platten 14 Tage hindurch, bis zum gänzlichen Aufhören aller Wirkung, hatte stehen lassen, und dann dieses Salz und die Oxyde beider Metalloberflächen untersuchte.

6. *Dafs die durch einen solchen Apparat erzeugte electricische Flüssigkeit von ähnlicher Natur ist, als die durch andere künstliche Maschinen hervorgebrachte Electricität; blos ein höherer Grad von Zersetzbarkeit und eine trägere Anziehungskraft sind ihr ausschlußweise eigen.* Um dieses aus der Aehnlichkeit der Wirkungen zu bestimmen, war ich bemüht, dadurch Wasser zu zersetzen; entzündliche Körper, als: Phosphor, Schwefel, Schiefspulver u. s. w., zu entzünden; das Anziehen leichter Körper zu beobachten; Metalle zu verbrennen, als: Gold-, Silber-, Zinn-, Kupferblättchen und Drähte; den Condensator und Leidener Flaschen zu laden, u. s. w.

7. *Dafs ich auch hier keinen Unterschied von positiver und negativer Electricität an der Kupfer- und Zinkseite wahrzunehmen im Stande war. (?)* Alle Unterschiede in Rücksicht der Wirkungen und Erscheinungen auf der Kupfer- und Zinkseite lassen

sich darauf zurückführen, daß die Kupferseite, wegen ihrer größern Anziehungs- oder Leitungskraft zur electricischen Flüssigkeit, eine größere Menge von der hier erzeugten Electricität aufnimmt, welches sich aus dem stärkern Anziehen, einem heftigern Schlage und aus vielen andern Erscheinungen auf dieser Seite deutlich wahrnehmen läßt.

8. *Daß dadurch die Lehre von der Natur oder den Bestandtheilen des Wassers nach dem heutigen Systeme der Naturforscher, welche es aus Sauerstoff und Wasserstoff bestehen lassen, eine neue Bestätigung erhält.* Ich erfand hierzu eine Vorrichtung, wodurch sich die erhaltenen Produkte auf eine sichere Art auffangen und dann untersuchen lassen. — Golddrähte werden bloß ihrer schwerern Oxydirbarkeit wegen von der gewöhnlichen Wirksamkeit einer solchen Säule auf der Zinkseite nicht oxydirt, und geben hier den zweiten Bestandtheil des Wassers als Sauerstoff. Als ich bei einer Säule aus 500 Platten auf der Zinkseite, statt eines Golddrahts, ein dünnes rundes, mit reinen feinen Goldblättchen überzogenes Stück Holz anwandte, entwickelten sich auf dieser Seite nur sehr wenig Luftblasen, und nach einer Stunde war das Goldblättchen schon gänzlich oxydirt, und dieses Goldoxyd tief in das Holz eingedrungen. Die Menge des auf dieser Seite sich entwickelnden Gas war sehr geringe; ich hatte damals keine Gelegenheit, es genau zu untersuchen.

B. Resultate in physiologischer Hinsicht.

1. Dafs *alle muskulösen Theile* des thierischen Körpers, sie mögen dem Einflusse des Willens unterworfen seyn oder nicht, von der durch eine ungleichartige Metallverbindung erzeugten electrischen Flüssigkeit auf eine *gleiche Art* afficirt werden.

2. Dafs die *Reizbarkeit der Muskelfasern* keinesweges, wie man bisher glaubte, an den *innern Theilen*, am Herzen, Magen, an den Gedärmen u. s. w., länger, als an den *äufsern Theilen* anhalte, sondern dafs sie *überall zu gleicher Zeit erlischt*, wenn die Ursache des Todes, bei zuvor gesundem Zustande der Thiere, aus *äufsern Gewaltthätigkeiten*, z. B. durchs Verbluten, Erläufen, Erdrosseln u. s. w., entstanden ist.

3. Dafs aber in allen Fällen, wo *innerliche Ursachen*, (als Krankheiten,) und wo *organische Veränderungen* durch chemische Einwirkungen, (als durch Erstickungen in mephitischen Gasarten, durch *narkotische Vergiftungen* u. s. w., welche Ursachen die *organische Mischung* oder die *Lebenskräfte* gleichsam unmittelbar angreifen,) den Tod herbeiführten, die *Reizbarkeit an den äufsern Theilen* stets länger als an den *innern* wahrzunehmen war.

4. Dafs in allen Fällen, wo durch die Wirkung eines solchen Apparats die *Reizbarkeit der Muskelfasern* nicht mehr in Thätigkeit gesetzt werden kann, auch *alle übrigen Reitze*, von welcher Art sie im-

mer seyn mögen, und selbst der verstärkte electrische Funke, sich ganz *unwirksam* beweisen.

5. Dals sich, auf diese vier vorbergehenden Erfahrungen bei Thieren gestützt, aus der Anwendung des verstärkten Galvanismus an erst verblichenen Menschen die leichteste und zuverlässigste *Bestimmung des wahren Todes* und die *Unterscheidung desselben vom Scheintode* erwarten läst; ein Prüfungsmittel, das sich auch schon nach Versuchen, die hier im allgemeinen Krankenhause angestellt wurden, vollkommen bestätigte.

V.

THEORIE

der Aeols-Harfe,

von

MATTHEW YOUNG

in Dublin. *)

Dieses liebliche und ergötzende Instrument, welches mehrere für ein ganz Neues ausgegeben haben, ist eine Erfindung Kircher's, welcher es weitläufig in seiner *Phonurgia* beschreibt, auch schon eine Theorie desselben versuchte. **) Es ist so allgemein bekannt, daß es überflüssig seyn würde,

*) Ausgezogen aus dem Hauptwerke der Engländer über die Musik: *An Enquiry into the principal Phenomena of Sound and musical Strings*, by Matth. Young, B. D. Trinity-College, Dublin, Lond. 1784, 303 S., 8., welches jedoch für uns durch Herrn Dr. Chladni's lange erwartete *Akustik* wohl entbehrlich werden dürfte. d. H.

**) *Athanasii Kircheri, e Soc. Jesu, Neue Hall- und Tonkunst*, in unsre teutsche Muttersprache übersetzt von Agatho Carione, Nördlingen 1684, fol.; ein mit Kupferstichen wohl verziertes Werk, welches sich Freunden einer spaßhaften Lectüre empfehlen läßt. Im zehnten Kapitel: *Von verschiedenen Kunst-Wunderwerken und der natürlichen Stimm- und Tonzauberey*, handelt das dritte Kunstwerk, S. 105, von der Verfertiigung eines Instruments, „das allein durch Trieb des Windes, so lang er

hier erst die Construction und den Gebrauch desselben zu beschreiben.

wehet, einen beständigen und zusammenstimmenden Ton von sich giebt;“ unsrer *Aeols-Harfe*, die indess bei Kircher diesen Namen noch nicht führt. Folgendes sind seine Worte:

„Wie nun dieses Instrument eine neue Erfindung, (so meines Erachtens von Niemand in Acht genommen, oder selbiger nachgeforcht worden:) also ist es ganz leicht und lieblich, und wird zum öftern in meinem Museo mit höchster Verwunderung von vielen gehört. So lange das Fenster zugemacht bleibt, ist das Instrument still, so bald man es aber aufthut, hört man einen lieblichen Ton und Klang, der alle, die es hören und nicht die eigentliche Beschaffenheit wissen, bestürzt macht, indem sie nicht wissen können, wo dieser Klang und Ton herkömmt, und was es für ein Instrument sey. Denn es lautet nicht eigentlich wie ein Saiteninstrument, auch nicht wie die, so durch den Wind tönend gemacht werden, sondern es hat einen vermengten und ganz fremden unbekannten Ton und Hall. Das Instrument aber muß also gemacht werden. Man bereite aus Fichtenholz, so am besten resonirt, ein Instrument 5 Spannen lang, 3 breit, die Tiefe aber oder Höhle 1 Spanne, beziehe es mit 15 oder mit mehr oder weniger gleichen Geigensaiten, die über 2 Stege an Wirbel gespannt werden, und stimme sie alle gleich, oder allein in die Oktav, wenn anders ein einsümmender oder zusammenklingender Ton folgen soll. Und ist dieses höchst verwunderlich und gleichsam ungereimt,

Um alle Ungewissheit in Absicht der Töne der Aeols-Harfe zu heben, nahm ich alle Saiten bis

dafs alle Saiten gleichlautend oder in der Oktav allein gestimmt, unterschiedliche Stimmen und Ton von sich geben sollen. Der Ort des Instruments muſs nicht in freier Luft, sondern verschlossen seyn, jedoch so, dafs die Luft einen freien und ungehinderten Zu- und Durchgang habe. Der Wind aber kann auf verschiedne Weise zusammen- und eingefangen werden, entweder durch ein Kegel- oder Schneckenrohr, oder durch hölzerne Flügel *CV*, *EF*, (Fig. 2, Taf. II.) welche vor dem Zimmer seyn, und den Wind in das Kästlein *KN*, welches im Zimmer ist, leiten müssen. Im Rücken *SN* des Kästleins ist eine offne Spalte, wobei man das Instrument *OR* wie in der Figur aufhängen, oder sonst fest anmachen soll, so dafs der Wind alle Saiten derselben berühre und bewege. — Nach starkem oder gelindem Winde wird sich ein verwunderlicher Ton und Hall in dem Gemach und Zimmer hören lassen, da die Saiten immer einen zitternden Ton werden von sich geben, bisweilen wie ein Vogelgesang, bald wie eine Wasserorgel, bald wie ein Pfeifenwerk, und andere fremde Töne mehr, da Niemand, der es hört und nicht sieht, wird wissen können, was dieses für ein Instrument sey. Benebens, wann alle Fenster des Gemachs werden zugeschlossen seyn, wird auch der geringste Ton und Hall sich nicht hören lassen; thut man aber nur eins auf, wird die Wundermusik sich alsobald wieder finden. — Will man machen, dafs ein solcher Wunderton

auf eine einzige ab, und setzte das Instrument in die erforderliche Lage. Ich war nicht wenig verwundert, eine Menge verschiedner Töne zu hören, nicht selten solche, die mir durch keinen aliquoten

aus freier und hoher Luft herabkomme, und mit Bestürzung vernommen werde; so mache man einen fliegenden Drachen oder Fisch, daß auf beiden Seiten die gleichlautenden Saiten aufgezogen werden. Sobald man ihn in freier Luft hängt, und das Seil anzieht, werden immerdar die Saiten einen starken Laut von sich geben. Machte man dann anstatt des fliegenden Drachen einen fliegenden Engel, so würde das Werk noch verwunderlicher kommen, und man es fast für Zauberei halten.“

Kircher's Angaben, wenigstens die erstern, sind der Wahrheit gemäß. Auch dem freien Winde ausgesetzt, tönt die Aeols-Harfe; nur, weil dann der Wind alle Saiten gleich stark trifft, mit weniger Abwechslung als am Fenster, wo der volle Wind nur eine Saite, die übrigen ein schwächerer Luftzug bewegt, oder als wenn sie an einem Baume so hängt, daß der Wind auf die Saiten mit ungleicher Stärke wirkt. In frei liegenden Zimmern ist, wenigstens bei windigem Wetter, Kircher's Windlade überflüssig. Gewöhnlich macht man die Aeols-Harfe auch nur halb so breit, als nach Kircher's Vorschrift, und spannt über den Resonanzboden nur 3 Darm-saiten, die verschieden gestimmt, minder harmonische, wild durch einander hallende Töne geben.

d. H.

Theil der Saite erzeugt schienen, ja oft von der einzigen Saite Accorde von 2 oder 3 Tönen, und schon gab ich die Hoffnung auf, diese außerordentliche und verwickelte Erscheinung aus den Grundsätzen aliquoter Theile erklären zu können. *) Doch zeigte sich bei einer genauern Untersuchung, daß sie sich alle daraus leicht und natürlich ableiten ließen.

Doch ehe wir dieses Phänomen untersuchen, wollen wir die Wirkung eines Luftzugs, der auf eine gespannte elastische Saite stößt, betrachten. Der Theil des Zugs, der auf die Mitte der Saite trifft, bringt die ganze Saite aus ihrer geradlinigen Lage; da aber ein gewöhnlicher Luftstrom nicht in gleicher Stärke lange anhält, so wird der Luftzug in der Regel die Saite nicht in der gekrümmten Lage erhalten können, da sie dann, vermöge ihrer Elasticität, zurück schnellst, und in Schwingungen kömmt, wodurch die Luft in solche Pulsationen versetzt wird, als im Ohre den Ton der ganzen Saite hervorbringen. — Ist dagegen der Luftstrom zu stark, als daß die gekrümmte Saite zurückschnellen könnte, so bleibt sie zwar in ihrer bauchigen Lage, gleich dem Tckelwerke eines

*) Das heißt unstreitig, aus der Lehre von den verschiedenen möglichen freien transversalen Schwingungsarten einer gespannten Saite, (der Ganzen, ihrer Hälfte, ihres Drittels, und ihrer übrigen aliquoten Theile,) wobei Schwingungsknoten und die sogenannten *harmonischen Töne* entstehn. d. H.

Schiffs bei heftigem Winde, und kann nicht mit ihrer ganzen Länge schwingen; dafür können aber aliquote Theile derselben in Schwingung kommen, und zwar aliquote Theile von verschiedner Länge, je nachdem der Luftzug stärker oder schwächer ist. Denn, indem die Geschwindigkeit des Luftstroms so zunimmt, daß er die Schwingungen der ganzen Saite hemmt, wirken die Lufttheilchen, welche gegen die Mitten der Hälften stoßen, gerade so auf diese Hälften der Saite, als im Falle der sympathetischen oder mithallenden Töne. Die Schwingungszeit der Hälften ist nur halb so groß, als die der ganzen Saite, daher ein Luftstrom, ihre Schwingungen zu hindern, nicht mehr Macht hat, als er gegen die ganze Saite haben würde, wenn ihre Spannung viermahl größer würde, *) weshalb sie, (bei etwas schwellendem und wieder nachlassendem Luftstrome,) ungeachtet die ganze Saite gespannt bleibt, stark genug in Schwingung kommen können, um Pulsationen zu erregen, welche das Trommelfell

*) Bedeuten l, L die Längen, d, D die Dicken, k, K die Spannungen, und t, T die Schwingungszeiten zweier Saiten von einerlei Materie; so verhalten sich bei unendlich kleinen Schwingungen $t : T = \frac{l d}{\sqrt{k}} : \frac{L D}{\sqrt{K}}$, und daher bei gleicher Länge u. Dicke die Spannungen umgekehrt wie die Quadrate d. Schwingungszeiten, ($k : K = \frac{1}{t^2} : \frac{1}{T^2}$.)

des Ohrs afficiren. Dasselbe gilt von andern aliquoten Theilen der ganzen Saite.

Die Wirkung des Windes, wenn er über Getreidefelder hinfährt, kann dazu dienen, dieses zu erläutern. Ist der Wind so schnell, daß, ehe der gebogne Halm sich in die senkrechte Lage zurück biegt, ein zweiter Stoß kömmt; so scheint dieser immerfort gebogen zu bleiben. Nimmt aber der Wind in Geschwindigkeit oder Stärke ab, so kann der Halm eine Schwingung vollenden, bevor er aufs neue gebogen wird, und so wird er beim Stosse des Windes sich vorwärts und zurück beugen.

Die Lufttheilchen, welche gegen die Saite an Stellen, die nicht in der Mitte aliquoter Theile liegen, stoßen, unterbrechen und verhindern eins die Schwingung, welche das andere erzeugt, gerade wie im Falle der sympathetischen oder mithalenden Töne, und haben deshalb keine empfindbare Wirkung. Folgende Beobachtungen können dazu dienen, die Richtigkeit dieser Erklärung zu bestätigen.

Beobachtung 1. Der Grundton der Saite war das große F, (*the grave fifteenth to low f on the Violin*;) folgende Aeolische Töne wurden deutlich, und fast in derselben Ordnung, worin sie aufgeschrieben sind, gehört, die, wie man aus den darunter gesetzten Brüchen sehn mag, von lauter ali-

quoten schwingenden Theilen der Saite erzeugt werden. *)

Beobachtung 2. Während die Saite einen dieser Töne von sich gab, hielt ich gegen die Stelle derselben, welche der Theorie gemäß für jenen Ton ein Schwingungsknoten seyn mußte, irgend ein Hinderniß, und der äolische Ton wurde dadurch nicht gehemmt, indess er augenblicklich erlosch, wenn man das Hinderniß oder die Dämpfung an einen

*) Den aliquoten Theilen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ entspricht in unserm Tonfysteme keiner der Töne genau. Der Ton, der zu $\frac{1}{2}$ der Saite F gehört, fällt zwischen das zweigestrichne *dis* und *es*, und wird im Folgenden durch $\overline{ds\ n.}$ oder $\overline{es\ n.}$ (*nahe*.) bezeichnet; eben so giebt $\frac{1}{3}$ \overline{b} , nicht genau, sondern nur *nahe*. Folgendes sind die gehörten Töne:

$\overline{c}, \overline{f}, \overline{a}, \overline{es\ n.}, \overline{c}, \overline{a}, \overline{ds\ n.}, \overline{f}, \overline{ds\ n.}, \overline{c}, \overline{a}, \overline{ds\ n.},$
 $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}, \frac{1}{11}, \frac{1}{12}, \frac{1}{13}, \frac{1}{14}, \frac{1}{15}, \frac{1}{16}, \frac{1}{17}, \frac{1}{18}, \frac{1}{19}, \frac{1}{20},$
 $\overline{f}, \overline{f\ und\ ds\ n.}, \overline{c}, \overline{ds\ n.}, \overline{es\ n.}, \overline{es\ n.}, \overline{f}, \overline{a}, \overline{g}, \overline{f},$
 $\frac{1}{8}, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}, \frac{1}{11}, \frac{1}{12}, \frac{1}{13}, \frac{1}{14}, \frac{1}{15}, \frac{1}{16}, \frac{1}{17}, \frac{1}{18}, \frac{1}{19}, \frac{1}{20},$
 $\overline{c\ und\ es\ n.}, \overline{c}, \overline{f\ und\ a}, \overline{a}, \overline{es\ n.}, \overline{a}, \overline{es\ n.}, \overline{c}, \overline{f},$
 $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}, \frac{1}{11}, \frac{1}{12}, \frac{1}{13}, \frac{1}{14}, \frac{1}{15}, \frac{1}{16}, \frac{1}{17}, \frac{1}{18}, \frac{1}{19}, \frac{1}{20},$
 $\overline{e\ schwebend\ in\ es\ und\ d}, \overline{c}, \overline{f}, \overline{es\ n.}, \overline{c}, \overline{c},$
 $\frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}, \frac{1}{11}, \frac{1}{12}, \frac{1}{13}, \frac{1}{14}, \frac{1}{15}, \frac{1}{16}, \frac{1}{17}, \frac{1}{18}, \frac{1}{19}, \frac{1}{20},$
 $\overline{es\ n.}, \overline{a\ und\ c\ und\ es\ n.}, \overline{es\ n.}, \overline{f}, \overline{f}, \overline{b\ n.}, \overline{a},$
 $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}, \frac{1}{11}, \frac{1}{12}, \frac{1}{13}, \frac{1}{14}, \frac{1}{15}, \frac{1}{16}, \frac{1}{17}, \frac{1}{18}, \frac{1}{19}, \frac{1}{20},$
 $\overline{f\ und\ g}, \overline{es\ schwebend\ nach\ d}, \overline{c}, \overline{ds\ n.}, \overline{f\ etc.}$
 $\frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}, \frac{1}{11}, \frac{1}{12}, \frac{1}{13}, \frac{1}{14}, \frac{1}{15}, \frac{1}{16}, \frac{1}{17}, \frac{1}{18}, \frac{1}{19}, \frac{1}{20},$

einen andern Punkt der Saite anbrachte; ein offener Beweis, daß beim Aeolstone in der That aliquote Theile der Saite für sich in Schwingung sind.

Beobachtung 3. Als ich umgekehrt an den Endpunkt eines aliquoten Theils der Saite einen sanften Druck anbrachte, erzeugte der Lufthauch gerade den äolischen Ton, den jener aliquote Theil angeben mußte; und so ließ es sich vorher bestimmen, welchen Aeolston man hören würde. Doch erfolgte der Ton nicht immer, da der Luftzug bald zu stark, bald zu schwach seyn mochte, um gerade diesen aliquoten Theil der Saite so stark in Schwingungen zu bringen, daß er tönte. Da aber der Druck an der angebrachten Stelle nothwendig einen Schwingungsknoten erzeugt; so kann wenigstens kein anderer Ton als der des bestimmten aliquoten Theils, oder eines aliquoten Theils dieses aliquoten Theils erfolgen. *)

Beobachtung 4. So wie der Windstoß zu- oder abnimmt, steigt oder fällt allmählig der Aeolston, indem ein stärkerer Windstoß die Schwingungen der längern aliquoten Theile hemmt. Dann prädominiren die Schwingungen der kürzern aliquoten Theile.

*) Kircher erklärt in seiner *Phonurgia*, pag. 148, sich die Aeolstone daraus, daß der Luftstrom auf einzelne Theile der Saite allein treffe; eine Theorie, welche diese Beobachtungen gänzlich widerlegen, da dann eine Dämpfung an den übrigen Theilen der Saite den Aeolston nicht stören könnte.

le, und zwar immer kürzerer, so wie der Windstoß allmählig anwächst. Verändert sich die Stärke des Luftstoßes plötzlich, so gehn auch die tiefern Töne nicht so stufenweise, sondern plötzlich in die höhern Töne kürzerer aliquoter Theile über.

Beobachtung 5. Manchmal hört man einen Accord von 2 oder 3 Aeolstönen zugleich. Dann hat der Lufthauch gerade eine solche Stärke, daß er zwei oder drei in Länge, (und mithin auch in ihrer Schwingungszeit,) nicht sehr verschiedene aliquote Theile zugleich in Schwingungen setzt, die sich dann nicht so stören und gegenseitig aufheben, als wenn die Länge der aliquoten Theile und ihre Schwingungszeit beträchtlich verschieden sind. Sieht man die obige Folge äolischer Töne an, so nimmt man wahr, daß gerade nur aliquote Theile, die zunächst an einander grenzen, zusammen tönen, z. B. C und E, ($\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{7}$ der ganzen Saite;) F und A, ($\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{5}$;) A, C und E, ($\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{7}$ der Saite.) — Nie geben lange Saiten ihren Grundton und die Oktave desselben zugleich an, wovon der Grund unstreitig darin liegt, daß, ungeachtet beide in der Reihe der harmonischen Töne unmittelbar auf einander folgen, ihre Schwingungszeit doch so verschieden ist, daß ein Luftstrom, der die eine Schwingung bewirkt, nothwendig die andere hemmen muß. Ueberhaupt hört man nur bei den höhern aliquoten Theilen der Saite Accorde, und sie kommen desto häufiger vor, je höher der Ton ist,

da diese aliquoten Theile minder von einander verschieden sind.

Beobachtung 6. Oefters lassen sich zwar Aeolstöne hören, welche von keinem genauen aliquoten Theile der Saite herrühren; allein sie sind nur schnell vorübergehend, indem sie bis zum nächsten von einem genauen aliquoten Theile erzeugten Tone steigen oder sinken. Sie entstehen beim Uebergange aus einer Eintheilung der Saite zu einer andern, indem während desselben die schwingenden Theile der Saite sich allmählig verlängern oder verkürzen. Wenn so z. B. der Aeolston den Dritteln der Saite gehört, und der Luftstrom so sich ändert, daß er die Oktave des Grundtons angiebt; so müssen die Schwingungsknoten allmählig auf der Saite fortrücken, wobei ein sehr allmähliges Sinken des Tons statt findet, bis er sich mit der Oktave des Grundtons endigt.

Beobachtung 7. Nicht selten geben im Unifono gestimmte Saiten der Aeols - Harfe Mißharmonien, (*discords*,) an. Auch dieses erklärt sich auf dieselbe Art, da durch aliquote Theile einer Saite unendlich viele Discorde entstehen können.

VI.

FORTGESETZTE VERSUCHE

über die Wärmestrahlen der Sonne und
irdischer Gegenstände,

von

WILL. HERSCHEL,

L. L. D., F. R. S. zu Slough bei Windfor.

Diese Versuche sind eine Fortsetzung der Herschellschen Untersuchungen über die wärmende und die erleuchtende Kraft der farbigen Sonnenstrahlen, und über die nicht-sichtbaren Strahlen der Sonne und deren Brechbarkeit, woraus die *Annalen*, B. VII, S. 137 — 156, den Lesern einen vollständigen Auszug vorgelegt haben. Herschel hatte sie in zwei Aufsätzen des ersten Bandes der *Philosophical Transactions of the Roy. Soc. of London for the Y. 1800*, (Aufsatz 13 und 14,) vorgetragen. Zwei fernere hierher gehörige Abhandlungen, welche als Fortsetzungen dieser erstern zu betrachten sind, finden sich im zweiten und dritten Bande desselben Jahrganges der *Transactions* 15, p. 293, und 19, p. 437. Von diesen letztern habe ich für die *Annalen* noch keinen Gebrauch gemacht, und ziehe auch jetzt aus ihnen lediglich die Versuche Herschel's über die Wärme im Zustande der Strahlung aus, ohne mich auf die weitläufigen, nur wenig genügenden Versuche in der vierten Abhandlung, über die Licht- und die Wärmemenge, welche durch gefärbte Gläser hindurch geht, einzulassen. Herschel will in diesen beiden spätern Aufsätzen

eine Parallele zwischen den Gesetzen der Wärme leuchtender, farbiger und unsichtbarer Strahlungen, mit den längst bekannten und bewährten Gesetzen des Lichts unter den Umständen der Zurückwerfung, der Brechung, des Durchganges durch durchsichtige Körper und der Zerstreung ziehen, um danach zu beurtheilen, in wie weit Licht und Wärme einerlei oder verschieden sind. Allein sowohl seine Entdeckung nicht-sichtbarer Sonnenstrahlen, welche wärmen, und was damit in Verbindung stand, als auch diese fernere Untersuchung über die Wärme im Zustande der Strahlung, haben in England einen, wie es scheint, siegreichen Gegner gefunden, (darf man dieses anders daraus schließen, daß bis jetzt weder Herschel selbst, noch ein anderer Physiker, die neuen Entdeckungen im Felde der Optik gegen dessen strenge und bittere Kritik, die ich den Lesern in dem auf diesen folgenden Aufsätze, (VII,) vorlege, gerechtfertigt hat,) daher es mit dem wissenschaftlichen Gewinne, den sich Herschel aus dieser Parallele versprach, etwas zweifelhaft ausieht. Um indeß doch den Leser in den Stand zu setzen, Herschel's Versuche und die Kritik über diese selbst beurtheilen und würdigen zu können, theile ich hier die neuen Versuche Herschel's über die strahlende Wärme in einem vollständigen Auszuge mit. In der Erwartung fernerer Verhandlungen über die streitigen Punkte, verschob ich dieses bis jetzt; doch ist mir nichts weiter darüber bekannt geworden.

d. H.

Licht, sagt Herschel, (Sonnenlicht sowohl als irdisches,) ist eine Sensation, welche 1. durch Strahlen bewirkt wird, die von leuchtenden, (*luminous*),

Körpern emaniren, welche das Vermögen haben, Gegenstände zu erleuchten und sie nach Umständen unter verschiedenen Farben erscheinen zu machen. Diese Strahlen sind 2. den Gesetzen der Zurückwerfung, und 3. den Gesetzen der Brechung unterworfen. Sie haben 4. eine verschiedene Brechbarkeit, sind 5. geneigt nach gewissen Verhältnissen in durchsichtigen Körpern, beim Durchgange durch dieselben, aufgehalten, und 6. an rauhen Oberflächen umher zerstreut zu werden. Endlich schrieb man ihnen bisher 7. das Vermögen zu, Körper zu erwärmen, welches aber erst durch diese Untersuchung näher auszumitteln ist.

Wärme, (Sonnenwärme sowohl als irdische,) ist dagegen eine Sensation, welche 1. durch Strahlen bewirkt wird, die von glühenden, (*candent*,) Körpern, welche das Vermögen haben, Gegenstände zu erwärmen, emaniren. Auch diese Strahlen haben alle unter 2 bis 7 erwähnten Eigenschaften. Man kann annehmen, daß sie in einem gewissen Zustande von Energie, das Vermögen besitzen, Gegenstände zu erleuchten; doch ist dieses ein Umstand, der ebenfalls noch einer genauern Untersuchung bedarf.

Diese kurze vergleichende Uebersicht der Erfahrungen über Licht und Wärme bestimmt die Ordnung in dieser Untersuchung über die Wärme im Zustande der Strahlung. Die dritte Abhandlung, (*Transact.*, No. 15,) beschäftigt sich mit den drei

ersten Vergleichspunkten, die vierte u. s. w., (Try, No. 19,) mit den übrigen.

Versuch 1. Zurückwerfung der Sonnenwärme. Ein 10füßiges Neutonsches Spiegelteleskop, mit einem Okulareinsatz nach Art der Camera clara, (*with a camera eye piece,*) ohne Okularglas, wurde nach der Sonne gerichtet, und so ajustirt, daß der Focus auf ein kleines Thermometer fiel. Dieses stieg um 58° Fahrenh. Sonnenstrahlen, sie mögen nun Licht seyn oder nicht, erzeugen folglich nach dreimaliger regelmäßiger Reflexion noch Wärme.

Versuch 2. Zurückwerfung der Wärme eines Lichts. Ein kleiner stählerner Hohlspiegel von 3,4 Zoll Oeffnung und 2,75 Zoll Brennweite, wurde 29 Zoll von einem Lichte gestellt. Genau im Vereinigungspunkte der Strahlen, (*secondary focus,*) wurde ein Thermometer, und ein zweites sehr nahe dabei, doch außerhalb des Ganges des reflectirten Lichts gebracht. Innerhalb 5 Minuten stieg das Thermometer im Vereinigungspunkte um $3\frac{1}{4}^{\circ}$ F.; sank, als der Spiegel bedeckt wurde, binnen 6 Minuten wieder zum vorigen Stande zurück, und stieg, wenn man den Spiegel aufdeckte, binnen 5 Minuten wieder um eben so viel, indess das zweite Thermometer die ganze Zeit über unverändert blieb.

Versuch 3. Zurückwerfung der Wärme, welche die farbigen Sonnenstrahlen begleitet. Herschel ließ durch einen Einschnitt in Pappe, den das Farbenspectrum gerade ausfüllte, die farbigen Strahlen auf den Stahlspiegel fallen. Das Thermometer im

Brennpunkte desselben stieg binnen 2 Minuten um 35° Fahrenh.

Versuch 4. Zurückwerfung der Wärme eines roth glühenden Eisenstabes. Der kleine stählerne Hohlspiegel wurde 12 Zoll vom roth glühenden Eisenstabe, und wiederum ein Thermometer in den Vereinigungspunkt der Strahlen gesetzt. Ein Schirm aus Pappe diente, die directen Wärmestrahlen vom Thermometer abzuhalten. Es stieg in $1\frac{1}{2}$ Minuten um $38\frac{1}{2}^{\circ}$, und fiel, als der Spiegel bedeckt wurde, in $1\frac{1}{2}$ Minuten wieder um 28° .

Versuch 5. Zurückwerfung der Wärme eines Kohlenfeuers durch einen Planspiegel. Herschel stellte einen kleinen Planspiegel *D*, dergleichen er sich in seinen 7füßigen Reflectoren bedient, (Taf. II, Fig. 3,) auf ein Gestell, auf das zugleich ein Rost für das Kohlenfeuer angebracht war, und zwischen beide ein $1\frac{1}{2}$ Zoll dickes Eichenbrett *AB*, in welches ein rundes Loch *C*, $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, eingeschnitten war. Bloß durch dieses fiel Wärme auf den unter 45° gegen die Achse des Strahlenkegels geneigten Spiegel. Der zurückgeworfne Strahlenkegel ging aufs neue durch ein Loch *E*, das in ein zweites Brett eingeschnitten war, und fiel auf ein dahinter stehendes, $3\frac{1}{2}$ Zoll vom Spiegel entferntes Thermometer *F*. Ein zweites Thermometer befand sich dicht neben diesem. Ersteres stieg in 5 Minuten um 7° , während das zweite seinen Stand nur um $\frac{1}{2}^{\circ}$ änderte.

Versuch 6. Zurückwerfung der Wärme eines Feuers mittelst eines Prisma. Wurde im vorigen Versuche statt des Planspiegels ein gleichschenkliges rechtwinkliges Prisma genommen, durch dessen Schenkel die Strahlen senkrecht durchgingen, so dafs die Hypothenuse sie reflectirte, so stieg das erste Thermometer zwar in 11 Minuten um $4\frac{1}{2}^{\circ}$; da zugleich aber das zweite seinen Stand um $1\frac{3}{4}^{\circ}$ änderte, so war die Temperatur des ganzen Raums um eben so viel erhöht, mithin die Wirkung der Reflexion lediglich von $2\frac{3}{4}^{\circ}$.

Versuch 7. Zurückwerfung der nicht-sichtbaren Wärme der Sonne. Herschel setzte an das eine Ende eines $4\frac{1}{2}$ Fufs langen Bretts einen kleinen Planspiegel, der gegen das einfallende prismatische Licht unter 45° geneigt war, und es auf ein Thermometer warf, das am andern Ende des Bretts, 3 Fufs $9\frac{1}{2}$ Zoll vom Spiegel stand, und neben welches, auferhalb des zurückgeworfnen Strahlenkegels, ein zweites Thermometer gestellt war, (Taf. II, Fig. 4.) Dieses Brett liefs sich in den farbigen Strahlen verschieben, und der Spiegel mittelst Parallellinien, die im Abstände $\frac{1}{2}$ Zolles von einander auf das Brett gezogen waren, in jede beliebige Entfernung von der Grenze des Roths des Farbenspectrums bringen. Nachdem die Thermometer, während der Spiegel verdeckt blieb, die Temperatur ihres Standorts angenommen hatten, wurde der Apparat so weit aus dem Farbenspectrum gerückt, dafs nun die nicht-sichtbaren Wärmestrahlen der

Sonne allein auf den Spiegel fielen. Binnen 10 Minuten erhielt das erste Thermometer 4° F. Wärme, welche ganz den Gesetzen der Katoptrik gemäß auf dasselbe reflectirt wurden, und zwar mit solcher Präcision, daß das nur 1 Zoll davon entfernte zweite Thermometer seinen Stand dabei nicht im mindesten änderte. Als man darauf den Spiegel wegnahm, verlor das erste Thermometer die erhaltenen 4° Wärme in 10 Minuten wieder gänzlich. *Ein, wie Herschel bemerkt, sehr entscheidender Versuch für die Wirklichkeit nicht-sichtbarer Sonnenstrahlen, ihrer Reflectibilität nach den Gesetzen der Katoptrik, und ihres Vermögens, zu erwärmen.*

Versuch 8. Zurückwerfung und Condensirung der nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen. Man richtete den kleinen, oben beschriebenen Hohlspiegel aus Stahl so vor, daß die prismatischen Strahlen eines Farbenspectrums senkrecht auf ihn einfielen. Die eine Hälfte des Spiegels war mit einem Stücke Pappe bedeckt. Mittelt einer Menge darauf gezogner Parallellinien ließ sich das letzte sichtbare Roth bis auf jede beliebige Weite von der nicht bekleideten Hälfte des Spiegels entfernen. Im Brennpunkte stand wiederum ein Thermometer, das man bei verdecktem Spiegel zur Temperatur seines Standorts kommen ließ. Dann wurde der Apparat so gestellt, daß die Grenze des Roth's $\frac{1}{10}$ Zoll von der Schneide der Pappe, die sich im Durchmesser befand, abwärts, und mithin lediglich die nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen auf die

unbekleidete Hälfte des Spiegels fielen. Das Thermometer stieg binnen 1 Minute um 19° . Als man den Spiegel wieder bedeckte, sank das Thermometer in 3 Minuten um 16° , stieg, als man ihn aufs neue enthüllte, in 2 Minuten um 24° , und fiel dann bei bedecktem Spiegel in 1 Minute wieder um 19° . Wiederum, nach Herschel, ein Beweis der Wirklichkeit nicht - sichtbarer Sonnenstrahlen, die in der Reflexion den Gesetzen der Katoptrik aufs genaueste folgen, und im Verhältnisse, in welchem sie condensirt werden, stärker erhitzen.

Versuch 9. Zurückwerfung der nicht - sichtbaren Ofenwärme. Der stählerne Hohlspiegel wurde auf ein schmales Brett befestigt, und davor ein hölzerner $\frac{1}{2}$ Zoll dicker Schirm, der gerade so hoch war, daß er die Strahlen, die sonst auf die untere Hälfte des Spiegels gefallen seyn würden, aufging. Hinter diesen Schirm wurden zwei Thermometer, das eine genau in die Achse des Hohlspiegels, das andere, von welchem durch ein an die Scale gebundnes Pappstückchen alle vom Spiegel reflectirten Strahlen abgehalten wurden, dicht daneben gestellt. Als man diesen Apparat einem wohl geheizten ringsum verschlossnen Ofen gehörig gegenüber setzte, trieben die nicht - sichtbaren, vom Spiegel reflectirten Wärmestrahlen, das in der Achse stehende Thermometer in 1 Minute um 39° in die Höhe, indess das zweite, gegen die reflectirten Strahlen geschützte Thermometer, das genau dieselbe Stellung gegen den Ofen hatte, nur um 1° stieg.

Versuch 10. Zurückwerfung der nicht-sichtbaren Wärmestrahlen eines heißen Eisenstabes, der nach dem Röthglühen so weit erkältet war, daß er im Dunkeln keinen Schein mehr verbreitete. Als man diesen Eisenstab 12 Zoll weit vom stählernen Hohlspiegel befestigte, und nun den Spiegel abwechselnd enthüllte und wieder verdeckte, und ihn so jedes Mal eine Minute lang ließ, stieg und fiel das Thermometer im Brennpunkte des Spiegels abwechselnd folgendermaßen: $+7^{\circ}$, -7° ; $+3^{\circ}$, $-5\frac{1}{2}^{\circ}$; $+2\frac{1}{2}^{\circ}$, $-6\frac{1}{2}^{\circ}$.

Diesen Versuchen über die Zurückwerfung der Wärme fügt Herschel folgende Bemerkungen bei: „Wir haben unter allen verschiednen Umständen, unter welchen in ihnen Sonnenwärme und irdische Wärme wirkte, Strahlen aufgefunden, welche den bekannten Gesetzen der Zurückwerfung gehorchen, und unabhängig von Licht das Vermögen besitzen, Körper zu erwärmen. Denn hatten wir es gleich in den 6 ersten Fällen sowohl mit erleuchtenden als mit wärmenden Strahlen zu thun; so kam doch in unsern Versuchen lediglich das Vermögen, Wärme hervorzubringen, in Anschlag, welches sich durch das Thermometer genau auswies. Die 4 letzten Versuche, welche mit nicht-sichtbaren Strahlen angestellt wurden, beweisen offenbar, daß aus dem Vermögen von Strahlen, Wärme zu erzeugen, sich keinesweges schließen lässe, daß ihnen auch das Vermögen, zu erleuchten, zukommen müsse. Vielmehr sind wir berechtigt, nach Bewei-

fen zu fragen, daß Strahlen, welche erwärmen, je sichtbar zu werden vermögen. Doch wir werden weiterhin auf diese Materie noch einmahl zurück kommen, daher ich jetzt zu der Brechung der wärmezeugenden Strahlen fortgehe.“

Versuch 11. Brechung der Sonnenwärme. Ein neuer 10füßiger Newtonscher Reflector, dessen Spiegel, so weit er polirt war, 24 Zoll Oeffnung hatte, wurde nach der Sonne gerichtet, und ein terrestrischer Okulareinsatz mit 4 Linsengläsern eingekraut, durch welchen man die Sonnenstrahlen auf ein Thermometer in ihrem Focus fallen liefs. Dieses stieg fast augenblicklich um 70° F., und das Teleskop mußte sogleich weggedrehet werden, damit die Gläser nicht zerprängen. Hier hatten die Strahlen, welche diese plötzliche Vermehrung von Wärme bewirkten, hinter einander 8 Brechungen erlitten; weshalb sich nicht zweifeln läßt, daß auch sie den Gesetzen der Brechung unterworfen sind.

Versuch 12. Brechung der Wärme eines Lichts. Eine biconvexe Glaslinse von 1,4 Zoll Brennweite und 1,1 Zoll Oeffnung, die auf einem kleinen Fusse stand, wurde 2,8 Zoll weit von der Flamme eines Lichts, und hinter die Linse, in den Vereinigungspunkt der Lichtstrahlen, mit vieler Sorgfalt ein Thermometer gesetzt. Vor der Linse befand sich ein Schirm aus Pappe, mit einer kreisrunden Oeffnung von der Gröfse der Linse, und der Fuß, der die Linse trug, liefs sich excentrisch drehen, so daß

diese sich nach Willkühr vor die Oeffnung oder von ihr ab stellen liefs. Nachdem man die directen Strahlen des Lichts einige Augenblicke lang auf das Thermometer hatte fallen lassen, um dieses zur Temperatur seines Standpunkts zu bringen, wurde die Linse vor die Oeffnung gedreht, und nun stieg das Thermometer vermöge der durch die Linse zusammen gebrochenen Wärme des Lichts um $2\frac{1}{2}^{\circ}$ in 3 Minuten; eine Wärme, die es wieder verlor, wenn man die Linse wegdrehte, und drehte man die Linse in die erste Lage zurück, in 3 Minuten wieder gewann. — In andern Entfernungen liefs sich ein noch größeres Ansteigen bewirken. Wurde z. B. die Linse $3\frac{1}{2}$ Zoll von der Flamme eines Wachlichts gestellt, so stieg das Thermometer im Vereinigungspunkte der Strahlen um 5 bis 8° , je nachdem das Licht heller brannte und die ganze Vorrichtung genauer abgemessen war.

Versuch 13. Brechung der Wärme, welche die farbigen Sonnenstrahlen begleitet. Als man das farbige Licht des prismatischen Farbenspectrums durch eine Oeffnung eines Pappenschirms auf ein Brennglas von 9 Zoll Oeffnung fallen liefs, stieg ein Thermometer im Brennpunkte innerhalb 1 Minute um 112° F.

Versuch 14. Brechung der Wärme eines roth glühenden Eisenstabes. Ein aus einer Eisenluppe geschmiedeter Cylinder, $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und eben so hoch, wurde roth glühend auf eine eiserne Handhabe, die einen hölzernen Fuß hatte, gesteckt,

und 2,8 Z. von der Linse, die in Versuch 12 gebraucht wurde, entfernt. Nicht weit vor der Linse stand wiederum ein hölzerner Schirm, in den ein rundes Loch, 1 Zoll im Durchmesser, eingeschnitten war, und in den Vereinigungspunkt der Strahlen hinter der Linse ein Thermometer; ein zweites dicht daneben, nur 0,3 Zoll vom Vereinigungspunkte, in gleichem Abstände von der Linse, und noch dazu einer dünnern Stelle des Glases gegenüber. Nun wurden die Thermometer abwechselnd gleiche Zeiten, (2 Minuten,) hindurch der Wirkung der Linse ausgesetzt, und davor geschützt. Dabei veränderten zwar beide ihre Temperatur, allein das im Focus viel stärker, nämlich um $+6^{\circ}$, -3° , $+2^{\circ}$, $-2\frac{3}{4}^{\circ}$, $+1\frac{1}{4}^{\circ}$, indess das zweite daneben stehende sich nur änderte um $+4^{\circ}$, -2° , $+1^{\circ}$, $-1\frac{1}{4}^{\circ}$, $+1\frac{1}{2}^{\circ}$. Um vollends alle Zweifel zu heben, wurde bei übrigen veränderten Apparate, statt der Glaslinse ein ebnes Glas angebracht, und dieses abwechselnd bedeckt und aufgedeckt; da denn beide Thermometer sich ganz gleichmäfsig veränderten.

Versuch 15. Brechung der Wärme eines Küchenfeuers. Das Brennglas aus Versuch 13 wurde 3 Fufs von dem auf einem breiten Roste hell lodernen Feuer gesetzt und in den Vereinigungspunkt der Strahlen dahint. r ein Thermometer. Ein zweites Thermometer stellte man in gleicher Entfernung vom Feuer hinter einen hölzernen Schirm. Nachdem beide Thermometer fortgenommen, zur Temperatur der Luft gebracht, und dann wieder hinge-

setzt waren, stieg das letztere in den ersten 7 Minuten um $3\frac{1}{2}^{\circ}$, und blieb dann während der 32 folgenden Minuten, die der Versuch dauerte, in dieser Höhe unverändert stehn. Vor das erste Thermometer wurde das Brennglas, wie die Linse in Versuch 12, abwechselnd vorgedreht und davon weggedreht, und dieses veränderte sich dabei folgendermaßen: es stieg in 9 Minuten um $9\frac{3}{4}^{\circ}$; fiel in 5 Minuten in den nicht condensirten Strahlen des Feuers um $2\frac{1}{4}^{\circ}$; stieg dann in 10 Minuten um $1\frac{3}{4}^{\circ}$; fiel in den folgenden $5\frac{1}{2}$ Minute um 3° ; und stieg dann in $4\frac{1}{2}$ Minute wieder um $1\frac{1}{2}^{\circ}$. So war dieses Thermometer in 35 Minuten 5mahl durch Strahlen in die Höhe getrieben worden, welche vom Küchenfeuer ausgingen und denselben Gesetzen der Brechung wie die Lichtstrahlen unterworfen sind.

Versuch 16. Brechung und Zurückwerfung der Wärme eines Küchenfeuers. Ein Apparat mit einem Hohlspiegel, einem Planspiegel und einem Augenglase, einem Newtonschen Reflector ähnlich, wurde auf ein Küchenfeuer gerichtet, und ein Thermometer in den Focus der Linse, dicht daneben ein zweites, gesetzt. Als nun die Thermometer abwechselnd der Wirkung der Linse ausgesetzt, und durch einen Schirm davor geschützt wurden, stiegen und fielen sie abwechselnd, und zwar das im Focus immer mehr als das daneben stehende, gerade wie in Versuch 14.

Versuch 17. Brechung der nicht-sichtbaren Strahlen der Sonnenwärme. Die eine Hälfte des in Versuch

such

such 13 gebrauchten Brennglases wurde, wie der Hohlspiegel in Versuch 8, bedeckt, und das prismatische Farbenspectrum so auf diese Bedeckung aus Papp geworfen, daß das äußerste rothe Licht noch um 0,1 Zoll von dem mitten über das Glas fortgehenden Rande der Papp abwärts, und mit hin die nicht-sichtbaren Strahlen außerhalb des Farbenspectrums auf den unbedeckten Theil der Linse fielen. Die Kugel des einen Thermometers wurde im Brennpunkte der rothen Strahlen, oder vielmehr ein klein wenig darüber hinaus, und die des zweiten dicht daneben gesetzt. Während dieses seinen Stand gar nicht änderte, stieg das im Brennpunkte um 45° F. binnen 1 Minute.

Versuch 18. Können die nicht-sichtbaren Strahlen der Sonne durch Condensirung sichtbar gemacht werden? Da sich im vorigen Versuche auf der Thermometerkugel ein wenig Roth zeigte, so verrückte Herschel den ganzen Apparat so, daß die äußerste Grenze des Roths 0,2 Zoll weit vom Rande der Papp fiel. Nun zeigte sich auf der Thermometerkugel keine Spur weiter von farbigem Feint oder Licht; und doch stieg das Thermometer im Focus um 21° , indess das dicht daneben stehende unverändert blieb. Das röthliche Licht im vorigen Versuche scheint daher lediglich theils von der Abweichung wegen der Kugelgestalt, die bei einer Linse von so großer Oeffnung beträchtlich ist, theils von der Schwierigkeit, in einer nicht vollkommen dunkeln Stube die Grenze des prismatischen Farben-

spectrums zu bestimmen, und von der Verbreitung des farbigen Lichts wegen der Dicke des Prisma herzurühren.

Versuch 19 und 20. Brechung der nicht-sichtbaren Ofenwärme. Als in Versuch 14 der roth glühende Eisencylinder sich so weit abgekühlt hatte, daß er in einem verfinsterten Zimmer nicht den mindesten Schein mehr von sich gab, und die Glaslinse achtmahl abwechselnd vor die Oeffnung im Pappschirme gedreht, und wieder fortgedreht wurde, und in dieser Lage stets 2 Minuten lang blieb, veränderte das Thermometer im Focus der Linse seinen Stand regelmäsig, anfangs um 1° , zuletzt nur um $\frac{1}{2}^{\circ}$, und um so viel übertrafen die mittelst der Linse condensirten Strahlen, die von ihr aufgehaltenen an Wärme.

Dieser Versuch wurde darauf so wiederholt, daß man die Linse während 8 Minuten abwechselnd 1 Minute unbedeckt liefs, dann wieder 1 Minute lang bedeckte, und so ferner, wobei das Thermometer im Vereinigungspunkte der Strahlen, allmählig, durch abwechselndes größeres Steigen und geringeres Fallen, zu seinem höchsten Stande gelangte, und dann bei geringerem Steigen und größerm Fallen wieder von dieser grössten Höhe herabsank. Ein zweites Thermometer wurde in einem Abstände von $\frac{3}{4}$ Zoll seitwärts von diesem gestellt, so daß es der directen Wirkung des erhitzten Eisencylinders ausgesetzt war, indem der Pappschirm nicht bis dahin reichte; hier stieg es ununterbrochen, bis es den

höchsten Stand erreichte, und sank dann eben so ununterbrochen. — Nach 8 Minuten wurde dieses Thermometer dem im Vereinigungspunkte der Strahlen näher gerückt, so daß es einen kleinen Antheil des nicht-sichtbaren Wärmebildes, das dort entstehn mußte, auffing. Nun wurde es gleichfalls durch das abwechselnde Enthüllen und Bedecken der Linse afficirt, doch weniger, als das Thermometer in der Achse. Während 10 Minuten veränderte sich das Thermometer in der Achse, wie folgt: $-\frac{3}{4}$, $+\frac{1}{2}$, $-1\frac{1}{4}$, $+\frac{3}{4}$, -1 , $+1$; dagegen das daneben stehende zweite Thermometer $-\frac{1}{2}$, $+\frac{1}{4}$, $-\frac{3}{4}$, $+\frac{1}{4}$, $-\frac{1}{2}$, $+\frac{3}{4}$. Alles dieses, bemerkt Herschel, bestätigt die Brechung der Wärme mittelst der Linse so unläugbar, daß man offenbar annehmen muß, daß vom heißen Eisen gänzlich unsichtbare Strahlen ausgehn, die mit dem Vermögen zu wärmen begabt, und bestimmten Gesetzen der Brechung unterworfen sind, welche mit denen des Lichts sehr nahe zusammen stimmen.

Und so glaubt Herschel die ersten drei Sätze seiner allgemeinen Uebersicht hinreichend bewiesen zu haben.

Die Aehnlichkeit zwischen Licht und Wärme in den bisher untersuchten Punkten, der Strahlung, der Zurückwerfung und der Brechung, springt in die Augen. Bei den folgenden zeigen dagegen die Lichtstrahlen und die Wärmestrahlen eine so auffallende und wesentliche Verschiedenheit, daß es die

Frage seyn wird, ob sich beide in der That als Wirkungen einer und derselben Ursache denken lassen.

Was zuerst die *verschiedne Brechbarkeit* beider Strahlenarten betrifft, so zeigen die Versuche mit dem Prisma in ihnen zwar eine große Uebereinstimmung, zugleich aber doch auch eine wesentliche Verschiedenheit, da die Wärmestrahlen über einen weit größern Raum als die Lichtstrahlen zerstreut werden. Um sich dieses desto besser zu veranschaulichen, sey GQ , (Taf. II, Fig. 4,) die Länge eines *Lichtspectrums*, nach dem Verhältnisse der Farben, wie Newton ihre Ausdehnung angiebt, eingetheilt. Die senkrechten Ordinaten sind im Verhältnisse der erleuchtenden Kraft der einzelnen farbigen Strahlen genommen, wie ich sie aus meinen Versuchen, (*Annalen*, VII, 141,) gefunden habe, wobei ich die größte Ordinate LR , die zwischen Gelb und Grün liegt, willkürlich zu $\frac{27}{23}$ der Länge des Lichtspectrums GQ genommen habe. — Nun finde ich aus meinen Versuchen, daß nach der Brechung, die Länge welche die nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen einnehmen, zur Länge des sichtbaren prismatischen Spectrum, sich wie $2 : 3$, oder besser wie $2\frac{1}{4} : 3$ verhält. Folglich verhält sich der ganze Raum, den die gebrochenen Wärmestrahlen einnehmen, den wir das *Wärmespectrum* nennen können, zur Ausdehnung des Lichtspectrum, wie $5\frac{1}{4} : 3$, in welchem Verhältnisse $AQ : GQ$ genommen ist. Bezeichnet man nun das Maximum der Wärme durch eine eben so große rechtwinklige

Ordinate GS , als zuvor das Maximum der Erleuchtung, und nimmt die übrigen Ordinaten im Verhältnisse der Thermometerstände an den verschiedenen Stellen des Wärmespectrums, (*Ann.*, VII, 140;) so erhält man eine Curve ASQ , welche die Wärme-Intensitäten gefade so, wie die Curve GRQ die Licht-Intensitäten im prismatischen Spectrum vorstellt. Aus der Ansicht beider wird man am besten gewahr, wie sehr verschieden das Prisma die Wärmestrahlen und die erleuchtenden Strahlen zerstreut. Weder die mittlere Brechbarkeit, noch die größte, fällt in beiden zusammen, und in R , wo die größte Erleuchtung ist, ist nur wenig Wärme, so wie in S , an den Ort der größten Wärme, gar kein Licht hinfällt.

Versuch 21. Der Sinus des Brechungswinkels der Wärmestrahlen steht zum Sinus ihres Einfallswinkels in einem constanten Verhältnisse. Ich setzte zwei Thermometer, eins $\frac{1}{2}$, das andere 1 Zoll von der äußersten Grenze des rothen Lichts in das Wärmespectrum eines Prisma, ein drittes zur Seite außerhalb des Spectrums. Die beiden ersten stiegen und zeigten dieselbe Temperatur-Verschiedenheit, als in meinen frühern Versuchen. (*Ann.*, VII, 141.) Dieses fand gleichmälsig bei Prismen von verschiednen brechenden Winkeln, aus verschiednen Glasarten und aus Wasser statt. Da nun der nicht-sichtbare Theil des Spectrums immer einerlei Lage gegen den sichtbaren behielt, so muß er in seiner Brechung demselben wohlbekannten Gesetze wie der sichtbare Theil unterworfen seyn.

Versuch 22. Wiedervereinigung auseinander gebrochener Wärmestrahlen, durch entgegengesetzte Brechung in einem andern Mittel. Als zwischen zwei Prismen von Kronglas mit überwärts gekehrten brechenden Winkeln von 25° und 10° ein drittes Prisma aus Flintglas mit einem unterwärts gekehrten brechenden Winkel von 24° gelegt wurde, gaben alle 5 ein fast farbenloses Spectrum. Ein Thermometer stieg in der Mitte dieses Spectrums um 2° , dagegen an den Enden des Spectrums gar nicht; ein Zeichen, daß der verschiednen Brechbarkeit der Wärmestrahlen, gerade so wie der der farbigen Strahlen, durch Prismen abgeholfen werden kann, welches zur Bestätigung der Aussage in Vers. 21 dient.

Versuch 23. In Brenngläsern haben die Wärmestrahlen einen andern Focus als die Lichtstrahlen. Die Oeffnung eines Brennglases, worauf die Sonnenstrahlen senkrecht fielen, wurde bis auf 5 Zoll verringert, um die Abirrung wegen der Kugelgestalt unmerkbar zu machen. Der Vereinigungspunkt der Lichtstrahlen wurde mittelst Haarpuders sichtbar gemacht, den man aus einem Puderquaste umher gestäubt hatte. Ein Stückchen Siegellack, das man 4 Schläge eines Chronometers über, oder $1'',6$ lang in den Strahlenkegel $\frac{1}{2}$ Zoll vom Focus ab nach der Linse zu hielt, zeigte keine Veränderung. Als ich es aber $\frac{1}{2}$ Zoll über den Focus hinaus in der Strahlenkegel hielt, war es nach 2 Chronometerschlägen, oder in 0,8 Sekunden schon an der Oberfläche sichtlich verbrannt. Im Lichtfocus selbst litt es in

gleicher Zeit dieselbe Veränderung. Der wenigen Genauigkeit eines solchen Versuchs ungeachtet, scheint er doch zu beweisen, daß der Wärmefocus weiter von der Linse abliegt, als der Lichtfocus, und zwar wohl nicht um weniger als $\frac{1}{4}$ Zoll, da die Wärme im Lichtfocus und $\frac{1}{2}$ Zoll darüber hinaus gleich ist. *)

*) Nun folgen die Versuche über den Licht- und Wärmeverlust beim Durchgange der Lichtstrahlen und der Wärmestrahlen durch allerlei gefärbte Gläser und andere durchsichtige Mittel, aus welchen Herschel schließt, daß, da in ihnen der Verlust an Licht und Wärme in keinem beständigen Verhältnisse zu einander stehn, beide Strahlenarten verschiedenen Verwandtschaftsgesetzen unterworfen, und mithin beide *ihrer Natur nach verschieden seyn müssen*, so groß auch sonst ihre Aehnlichkeit beim Brechen und Zurückwerfen ist; Versuche, welche den größten Theil der vierten Abhandlung Herschel's, (*Philos. Transact.*, 1800, P. 3, No. 19, p. 437.) einnehmen, die ich aber übergehe, da man, (man sehe den nächsten Aufsatz,) ihren Werth für die Physik nicht mit Unrecht zu bezweifeln scheint. d. H.

VII.

VERSUCHE

über Licht und Wärme, sammt einer Kritik der Herschelschen Untersuchungen über diese Gegenstände,

von

JOHN LESLIE. *)

London den 9ten Oct. 1800.

In der Beforgniß, die Autorität eines berühmten Namens möchte Meinungen Glauben verschaffen, von denen ich völlig überzeugt bin, daß sie ungegründet sind, halte ich mich für verpflichtet, gegen sie aufzutreten, und um so unbedenklicher zu behaupten, daß Herschel's Hauptsatz auf trüglichen Beobachtungen beruht, da ich mich lange mit ähnlichen Untersuchungen mit Hülfe eines Instruments beschäftigt habe, welches eine ohne dasselbe nicht zu erreichende Präcision gewährt. Man wird finden, daß dieser geschickte Astronom in den ihm neuen Untersuchungen sich weder eines hinlänglich feinen

*) Zusammengezogen aus zwei Briefen Leslie's in Nicholson's *Journal*, Vol. 4, pag. 344 und p. 416. Der erste dieser Briefe bezieht sich auf die beiden frühern Abhandlungen Herschel's in den *Annalen*, 1801, VII, 137, der zweite auf die beiden letztern Herschelschen Abhandlungen im vorhergehenden Aufsatze. d. H.

und empfindlichen Apparats bedient, noch gegen die zahlreichen und verborgnen Quellen von Irrthum hinreichend verwahrt hat, und wie leicht Männer von Talent in Gegenständen der Erfahrung sich missverstehn, besonders wenn sie sich über Analogie und anerkannte Thatfachen wegsetzen.

Schon in der Beschreibung meines *Photometers* *) habe ich mit wenigen Worten die optischen und chemischen Untersuchungen erwähnt, für die es durch seine außerordentliche Empfindlichkeit vorzüglich geeignet ist, ohne mich dort auf das Detail und die Resultate meiner Versuche einzulassen, welche ich einem eignen Werke vorbehielt, an dem ich schon seit mehrern Jahren sammelte, und das ich von Jahr zu Jahr verschob, theils um meine Ansichten mehr zu erweitern und zu berichtigen, theils vielleicht aus einer gewissen Gleichgültigkeit gegen die Stimme des Publikums, die, in unserm Lande wenigstens, notorisch knechtisch und unüberlegt ist. Auch jetzt werde ich mich nicht auf mehr einlassen, als was unmittelbar zum Gegenstande der Untersuchung gehört.

Eine der ersten Untersuchungen, an die ich mich mit meinem Photometer machte, war, die relative Intensität verschiedner Farben mittelst ihrer Wirkungen auf Wärme zu bestimmen, welches zwar schon Franklin, Watson und andere, doch

*) Vergl. *Annalen der Physik*, V, 235, 254, und den folgenden Aufsatz. d. H.

auf eine viel zu rohe Art, versucht hatten. Ich übermahlte zu dem Ende die absorbirenden Kugeln zweier Photometer mit Wasserfarben, und stellte, nachdem diese getrocknet waren, beide so neben einander, daß sie ein stetiges und gleichförmiges Licht erhielten, ohne von den zerstreuten Strahlen des Himmels oder unmittelbar von der Sonne getroffen zu werden. Aus der Veränderung beider Photometerstände ergab sich das Verhältniß der Lichtabsorption beider Farben, mithin auch das Verhältniß ihres Vermögens, das Licht zurück zu werfen. Statt der Pigmente wurde zu vielen gefärbtes Seidenzeug genommen. War die Wirkung zweier Farben sehr nahe dieselbe, so bediente ich mich, um ihren Unterschied sichtbarer zu machen, eines Photometers, dessen Kugeln größer als die gewöhnlichen waren, in einerlei Niveau standen, und nach entgegengesetzter Seite umgebogen waren; das Glasgehäuse hatte die Gestalt eines auf einem Cylinder stehenden Kugelsegments, größer als die Halbkugel. Wurden beide einander entgegen wirkende Kugeln mit den nahe auf gleiche Art wirkenden Farben überzogen, so zeigte sich hier leicht der Unterschied ihres Absorptionsvermögens.

Diese Versuche wurden auch dahin abgeändert, daß ich die Sonnenstrahlen unter einem bestimmten Winkel auf farbige Flächen fallen ließ, von denen sie auf die dunkle Kugel eines Photometers zurückgeworfen wurden. Hierbei überraschte mich die lebhaftere Zurückwerfung vom *Roth*, die kaum der

von weissen Flächen nachstand. *Blau*, und demnächst *Grün*, reflectirten die geringste Menge Licht. Es erklärten sich hieraus mehrere Umstände beim Gebrauche des Photometers. Den Strahlen der Sonne ausgesetzt, steigt es in unsern Klimaten während der Sommermonate zu Mittage auf 100°; wird es gegen die directen Sonnenstrahlen geschützt, so steht es dann, wenn der Himmel mit fleckigen Wolken bedeckt ist, gemeiniglich auf 70 oder 80°; dagegen bei heiterm azurblauen Himmel nur auf 10 bis 15°. Auf den Gipfeln hoher Berge möchte die Sonne noch glänzender seyn, dagegen das Himmelsgewölbe, das dort dunkler blau scheint, ein verhältnissmässig schwächeres Licht verbreiten. Der *rothe* Glanz eines Feuers wirkt drei- bis viermahl stärker auf das Photometer als die Flamme eines Lichts, wenn beide gleiche scheinbare Grösse hatten. Selbst die Sprache, diese grosse Urkunde menschlichen Denkens und Empfindens, bestätigt diese Beobachtungen. Roth und Orange werden *warme* Tinten genannt; wir bewundern das *Brennende*, (*the glow*,) der italiänischen Landschaften; das Scharlachroth ist nach der gemeinen Empfindung glänzend und schreiend, das Grün sanft, das Blau matt; und der angenehme Eindruck, den das Grün auf uns macht, unabhängig von der Ideenassociation mit Rasenflächen und Vegetation, ist unstreitig daraus zu erklären, dass das Grün den dunkeln und absorbirenden Schatten näher verwandt

ist, und minder intensives Licht wohlthätiger als Ueberfluß an Licht auf das Auge wirkt.

Bei einem flüchtigen Versuche im October 1797 zeigten die farbigen Räume des prismatischen Spectrums ähnliche Eigenschaften. Dieses sollte im nächstfolgenden Sommer genauer untersucht werden; allein, theils hinderte mich die Beschaffenheit unsers Himmels, der sich zu Mittag selten wolkenfrei, und ist dieses der Fall, doch fast immer wie mit einem Milchflore umgeben zeigt, welches dergleichen Versuche gar sehr erschwert, theils kam eine Reise durch das nördliche Europa dazwischen, so daß ich erst im vorigen Sommer wirklich dazu kam. Hinter einen horizontalen Einschnitt in dem Fensterladen wurde ein treffliches Prisma aus Flintglas so befestigt, daß es die größte Farbenzerstreuung bewirkte. Ein 2 bis 3 Zoll langer Arm, der sich längs einer langen, mit einem Fusse versehenen Latte herauf und herab bewegen ließ, trug das Photometer, und zugleich wenige Zoll davor einen kleinen beweglichen Schirm, der sich so stellen ließ, daß er alle farbigen Strahlen, bis auf die zu untersuchenden, aufging. Das Photometer wurde gewöhnlich 2 Fuß vom Fenster gestellt, und von den neben dem Prisma einfallenden Strahlen hinlänglich erleuchtet, um den Stand desselben wahrnehmen zu können. Wenn man die Farbe über die schwarze Kugel sich hinbewegen ließ, pflegte es in 2 bis 3 Minuten seinen Stand gehörig anzunehmen. Photometer von beiden Constructionen wurden mit

gleichem Erfolge gebraucht, und die Versuche oft wiederholt. Aus ihnen erhellt im Mittel, daß, wenn man das Farbenspectrum in 4 gleiche Theile abtheilt, den blauen, grünen, gelben und rothen, die diesen entsprechenden Intensitäten, oder Maasse von Wärmewirkung, 1, 4, 9, 16 Grade sind, weshalb diese Intensitäten sich durch eine Parabel ausdrücken lassen, die auf die Tangente im Scheitelpunkte, als Abscissenlinie, bezogen wird, wie Taf. II, Fig. 6, zeigt. Daraus kann man eine Menge artiger Sätze ableiten: z. B. daß die Intensität der durch das Prisma aus Flintglas abgeforderten rothen Strahlen dreimahl größer ist, als die des zusammengefügten weissen Strahls, indem der die Parabel ergänzende Raum $\frac{1}{3}$ des circumscribirten Rechtecks ist; daß die blauen Strahlen mehr als 5mahl schwächer als die weissen sind; u. s. w. Ein Prisma aus einer andern Glasart könnte alles dieses jedoch etwas anders geben, wenn es eine vom Flintglase verschiedene Farbenzerstreuung hat. *)

*) Die achromatischen Fernröhre geben einen entscheidenden Beweis, daß Brechbarkeit keine wesentliche Eigenschaft der Lichttheilchen ist, sondern von ihrem eigentlichen Verhältnisse oder ihrer Verwandtschaft zum brechenden Mittel abhängt. In was für einem Verhältnisse die verschiedenen Strahlen in den Sonnenstrahl eingehn, ist noch nicht bestimmt, und es läßt sich auch die Art nicht absehn, wie dieses so leicht geschehn könnte. Es verdient bemerkt zu werden,

Während ich mich in Fifehire mit diesen Beobachtungen beschäftigte, hörte ich etwas Unbestimmtes von der der Londner Societät mitgetheilten Abhandlung Herschel's, und prüfte sogleich die vorgeblichen Facta, mittelst eines Photometers, welches ich dicht neben das Farbenspectrum stellte. Allein ungeachtet es bis dicht an die Grenze der farbigen Strahlen gerückt wurde, *so zeigte sich doch weder über, noch unter, noch neben dem Farben-*

dafs Alles, was in Newton's optischen Entdeckungen von Werth ist, von ihm schon früh angekündigt wurde, aber so viel Widerspruch und Gleichgültigkeit fand, dafs ihm die Lust benommen wurde, seine Ideen umständlich bekannt zu machen. Erst am Ende seines Lebens nahm er diese Materie wieder auf, als sein Geist schon von Alterschwäche niedergedrückt wurde, und er auch seine apokalyptischen und ähnliche Schriften entwarf, die mit nicht geringerem Beifalle aufgenommen wurden. Hätte er seine Optik in einer frühern und glücklichern Lebensperiode geschrieben, so würde sie sicher nüchterner und mehr korrekt seyn. Die siebenfache und musikalische Eintheilung des prismatischen Farbenspectrums ist ohne Grund, und ein Beweis des damaligen Hanges zum Mysticismus. Es ist gleich sonderbar und ärgerlich, noch immer die Theile dieses Systems, welche den meisten Einwürfen ausgesetzt, und durch die Theorie der achromatischen Fernröhre geradehin widerlegt sind, in populären Büchern wiederholt, und selbst von Schriftstellern eines höhern Ranges aufgenommen zu sehn. L.

spectrum die mindeste Wirkung, obgleich dieses Instrument die besten Thermometer an Empfindlichkeit und Regelmäßigkeit weit übertrifft. Wie zu erwarten war, äußerte sich hier eben so wenig eine Wirkung auf die feinsten Thermometer von verschiedner Construction, mit geschwärzten oder durchsichtigen Kugeln, die bis auf Zehntelgrade eingetheilt waren. Hierbei zeigte sich ein Umstand, der, übersehn, zu großen Irrthümern führen kann. Läßt man das Farbenspectrum auf das Gestell fallen, so wird das Instrument, dieser Stelle genähert, merklich afficirt, welches theils dem reflectirten Lichte, theils, und zwar vorzüglich, der Einwirkung der Wärme auf die Luft über der erleuchteten Fläche zuzuschreiben ist. Die Temperatur einer unvollkommen leitenden Ebene, wie Holz oder Pappe, muß durch diesen Zufluß von Licht ungefähr 4mahl mehr, als die einer geschwärzten Thermometerkugel, erhöht werden, da diese nur so viel Licht, als ein größter Kreis der Kugel, erhält, während die ganze viermahl größere Oberfläche der Kugel von der kühlenden Luft berührt wird. Doch haben hierauf noch andere Umstände Einfluß. So wird in jedem Falle, wo das Instrument nicht völlig isolirt, und von allen festen Körpern, welche Licht zurückhalten, entfernt ist, der Versuch gestört, so daß es unter solchen Umständen, besonders in einem kleinen Zimmer, kaum einmahl möglich ist, eine gleichförmige Temperatur zu behalten.

Dieses kann uns zum Schlüssel zu Dr. Herschel's *Misgriffen* dienen. Das erste, was einigen Argwohn erweckt, sind die großen Veränderungen seiner Thermometer unter dem prismatischen Farbenbilde, welche der des vollen Sonnenstrahls kaum nachstehn. Um die prismatischen Farben hinlänglich geschieden zu erhalten, muß der Sonnenstrahl wenigstens zu einer zehnmahl größern Breite aus einander gebrochen werden, und es läßt sich nicht denken, daß so sehr verdünnte Strahlen eine so beträchtliche Wirkung hervorbringen sollten. In der That wurden auch nach Herschel kleinere Thermometer minder afficirt. War die Wirkung lediglich einem Zuflusse von Licht zuzuschreiben, so konnte aber offenbar die Größe der Thermometerkugel darauf keinen Einfluss haben, da in eben dem Verhältnisse, worin die kleinern Thermometerkugeln den Strahlen eine kleinere Fläche darbieten, sie auch mit der kühlenden Luft in weniger Berührung sind. *) Schon die langsame Progression in der Erwärmung vom Violett zum Roth, welche Herschel fand, verglichen mit der in meinen Versuchen, scheint die Mitwirkung eines äußern Einflusses darzuthun. Ueberdies empfängt eine geschwärzte Thermometerkugel die volle Wirkung

*) Was Herschel von größerer Abkühlung der kleinern, mittelst aufsteigender Luftströme, *Ann.* 1801, VII, 140, bemerkt, mißverstehet Leslie, und übergehe ich. d. H.

kung meist schon in 1 bis 2 Minuten; Herschel's Thermometer scheinen sie aber erst in 10 bis 13 Minuten angenommen zu haben, welches gar sehr auf die Einmischung anderer Materien deutet, bei denen eine längere Absorption und grössere Anhäufung von Wärme, als in einer Quecksilberkugel statt finden. In der That nehme ich keinen Anstand, dem Tischchen, worauf die Thermometer gesetzt wurden, (*Annalen*, 1801, VII, 143,) die Störung in den Herschellschen Versuchen vorzüglich zuzuschreiben. Sie erhielten zwar nur einen Theil des Lichts, mußten aber dadurch, wie vorhin gezeigt ist, viermahl stärker als eine Thermometerkugel erwärmt werden, und sie theilten ihre Wärme der darüber stehenden Luftschicht mit.

Dieselben Bemerkungen leiten uns auf den Ursprung des Irrthums, auf welchem die paradoxe Vorstellung von *nicht-sichtlichem, brechbaren Lichte* beruht. Kaum liesse sich eine Art, die Versuche anzustellen, erdenken, die mehreren Einwendungen ausgesetzt wäre, als die, welche Herschel befolgte. Er befestigte das Prisma mit dem brechenden Winkel aufwärts, um das Farbenbild auf ein mit weissem Papiere überzognes Tischchen herab zu werfen, und setzte das Thermometer ein wenig ausserhalb der Grenze des rothen Lichts dicht über das Tischchen. *) Kein Wunder, daß in dieser Lage die Thermometerkugel merklich afficirt wur-

*) Man vergl. *Annal.*, 1801, VII, Taf. IV. d. H.

Annal. d. Physik. B. 10. St. 1. J. 1802, St. 1.

de, da sie sich in einer erwärmten Atmosphäre befand, die sich bis auf eine gewisse Weite über den erleuchteten Raum hinaus erstreckt, ferner eine beträchtliche Menge der farbigen Strahlen auf sie vom Papiere zurückgeworfen werden mußte, und endlich die Kugel sich gerade in der über dem Tische erwärmten, aufsteigenden Luft befand. Sehr möglich, daß diese vereinte Wirkung grösser ausfiel, als wenn man die Kugel geradezu den rothen Strahlen aussetzte, indem sie dann die Strahlen auffing, welche an dem darunter befindlichen Holze die erhöhte Wärme angehäuft hatten. Aber warum setzt Herschel das *Maximum* des nicht-sichtbaren Lichts auf $\frac{1}{2}$ Zoll jenseits der Grenze des Roths? Bewegt auch dieses Licht sich nach geraden Linien? Divergirt es unter einem gewissen Winkel, oder hat es verschiedene Grade von Brechbarkeit? Alle diese Fragen müßten beantwortet werden. Und was hat endlich eine *nicht-sichtbare* Materie mit der eigenthümlichen Structur der Oberflächen, welche Schwarz oder Weiss begründet, zu thun?

Sollte diese umständliche Kritik noch Zweifel übrig lassen, so würde das ganze Gebäude durch folgende einzige Thatfache vollends über den Haufen geworfen. Gelezt, es habe mit solchen *nicht-sichtbaren Wärmestrahlen* seine Richtigkeit, so würde der grösste Effect eines Brennglases nicht im Focus desselben, sondern eine merkliche Weite darüber hinaus statt haben, und das Loch, welches es in schwarzes Tuch einbrennt, würde sich nicht

auf das sichtbare Sonnenbild beschränken, sondern rings umher darüber hinausgehn, und mehr als den doppelten Durchmesser haben.

Da dieser Aufsatz schon allzu lang ist, so lasse ich mich nicht auf die Widerlegung einiger dunkler und wortreicher Argumente ein, womit Herschel seine Sätze unterstützt, und die mir gegen die Logik und die ersten Gründe der Dynamik zu verstossen scheinen. Die Hypothese von nicht-sichtbarem Lichte ist übrigens nichts Neues. Scheele's strahlende Wärme und Pictet's strahlende Kälte leiteten darauf, und der verstorbne Dr. Hutton trug sie vor, oder nahm sie an. Die Thatfachen, auf welche man sie gründete, lassen sich indess aus den bekannten Lehren genügend erklären; sie besteht nicht mit einer genauen Metaphysik; und nicht-sichtbarem Lichte eine Brechbarkeit zuzuschreiben, überschreitet alle Grenzen der Wahrscheinlichkeit. Jene Hypothese war bis auf einen gewissen Grad plausibel und anlockend. Die kleine Verbesserung, dem nicht-sichtbaren Lichte auch eine gewisse Brechbarkeit beizulegen, löste den Zauber, indem sie dadurch ungereimt wurde. Ist nicht das Auge selbst ein zusammengesetztes Prisma, und ist nicht der optische Nerve in seiner Verbreitung so eingerichtet, mittelst der durchsichtigen Feuchtigkeiten und Häute Eindrücke zu erhalten und die ihnen entsprechenden Sensationen zu erzeugen? Dieses sind aber lediglich Sensationen von Licht. Die Empfindungen von Wärme sind keiner Nervenklasse ausschließ-

lich eigen: daher ist Brechbarkeit correlativ mit Sehen, und *nicht-sichtliches brechbares Licht* scheint eine *Contradictio in adiecto* zu seyn.

Schließlich glaube ich Ihren Lesern zwei Werke von hohem Verdienste empfehlen zu müssen: Bouguer's *Traité d'Optique* und Lambert's *Photometria*. Das Publikum hat ein Recht, zu fordern, daß Schriftsteller ihre Vorgänger studiren. Wir müssen aus christlicher Liebe glauben, daß manche der neuesten Schriftsteller dieses mit den erwähnten trefflichen Werken nicht gethan haben, die sie manches unnützen Versuchs und manches Irrthums überhoben haben würden.

London den 17ten Nov. 1800.

Mit einigem Widerwillen nehme ich meine Kritik wieder auf, da mir, als ich das Vorige schrieb, die dritte Abhandlung | Herschel's, (S. 68,) noch nicht bekannt war, und sie neue Schwierigkeiten oder vielmehr Trugschlüsse aufstellt. Die Arbeit des Kritisirens ist meist ein trauriger Zeitverlust, gleich mühevoll und unrühmlich, und indem ich Thatfachen und Schlüsse angreifen muß, für welche eine große Autorität spricht, laufe ich Gefahr, von manchem der Keckheit und Anmaßung beschuldigt zu werden. Doch setze ich mich gern über alle Bedenklichkeiten weg, wenn, wie im gegenwärtigen Falle, durch Aufdeckung von Irrthümern eben so viel Verdienst um die Wissenschaft,

als durch neue Erfindungen zu erlangen ist. Glücklicher Weise bedarf es hierbei keiner weitläufigen Discussionen, da meine vorigen Einwürfe noch in ihrer ganzen Stärke bestehn, und ich keinen Grund finde, einen einzigen derselben zurückzunehmen oder zu verbessern.

Die fernern Herschelschen Versuche, (S. 70 f.) enthalten wenig Eigenthümliches. Die meisten dienen, längst bewiesene und allgemein bekannte Thatfachen zu erhärten. — — Herschel beugt sich ehrfurchtsvoll vor der mystischen Zahl *sieben*, dem Sprößlinge der Astrologie. Das Licht besteht nicht bloß aus sieben einfachen Strahlen, sondern jeder Strahl hat auch sieben Eigenschaften; so auch der Wärmestrahle. Die Parallele zwischen sichtbaren und unsichtbaren Strahlen endigt mit einem sonderbaren Contraste, vermöge dessen, den gemeinen Vorurtheilen entgegen, Licht *nicht* Hitze, Hitze aber *wohl* Licht erzeugen kann. Von 20 umständlich mitgetheilten Versuchen haben es 16 gar nicht mit der streitigen Frage zu thun, sondern lediglich mit der Wärme von Lichtstrahlen, die im Brennpunkte eines Spiegels oder einer Glaslinse condensirt sind, oder mit der Wärme, die durch convergirende Reflexion von einer erhitzten Masse, oder von einer benachbarten leuchtenden Substanz angesammelt wird. In allem diesem sehe ich nichts Neues oder Beweisendes. Nur daß es Herscheln beliebt, das Wort: Wärme, für Licht zu setzen, und diese leichte Verwechselung wirkt gleich einem ma-

gischen Zauber. Jede Eigenschaft der Lichtstrahlen kommt seitdem ausschliesslich den unsichtbaren Wärmestrahlen zu, und wird so eine unmittelbare Stütze seiner Lieblingshypothese; ein Verfahren, welches keiner ernstlichen Widerlegung bedarf.

Versuch 7 und 8, in welchen die nicht sichtbaren Sonnenstrahlen zurückgeworfen und condensirt werden sollen, haben nichts Merkwürdiges als die Ueberschrift. Ich glaube hinlänglich dargethan zu haben, dass diese imaginären nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen nichts anderes als die erwärmte Luft sind, welche einen erleuchteten Körper umgiebt; mithin muss auch diese Wärme, gleich aller andern, durch Zurückwerfung condensirt werden können. — Folgender einfache Umstand schien mir immer gegen die Anhänger der strahlenden Wärme entscheidend zu seyn. Es ist bekannt, dass Lichtstrahlen, die durch ein gleichförmiges Medium hindurchgehen, durch die heftigsten Bewegungen dieses Mittels nicht im mindesten in ihrem geradlinigen Gange gestört werden. Ganz anders verhält es sich mit der sogenannten strahlenden Wärme. Die Versuche, auf welchen sie beruht, gelingen bloß in einer zugemachten Stube und in sehr mässigen Entfernungen von der Quelle der Wärme. Offenbar muss also die wärmende Materie sich mittelst eines so schwachen Stosses rings umher verbreiten, dass sie in ihrem Durchgange durch die Luft gehemmt wird und durch zufällige Bewegung derselben in Unordnung geräth. Verbreitete sich die angebliche strahlende

Wärme mit einer Geschwindigkeit, welche mit der des Lichts, oder selbst nur der Kanonenkugel, irgend vergleichbar wäre, so würde sie auch in freier Luft ihren Gang genau beibehalten, und auch in ihr sich mittelst Hohlspiegel bis auf beliebige Welten concentriren lassen. Da dieses nicht der Fall ist, so kann die wärmende Materie, worin sie auch bestehe, ihrer Natur nach schwerlich viel feiner, und in ihrer Verbreitung schwerlich viel schneller seyn, als die atmosphärische Luft.

Versuch 17, 18, 19, 20 sind die einzigen, welche eine genauere Prüfung verdienen, da sie für Herschel's paradoxe Meinung zu sprechen scheinen. In Versuch 17 wurde das prismatische Farbenspectrum auf einen Halbkreis von Pappe, der eine Glaslinse zur Hälfte bedeckte, so geworfen, daß lediglich die *nicht-sichtbaren Strahlen*, welche über das Rothe hinaus liegen sollen, auf den unbedeckten Theil der Linse fielen; und hier gaben sie eine Wärme von 45° . Welche Sorgfalt und Genauigkeit auf diesen Versuch gewendet wurden, zeigt der Umstand, daß die Thermometerkugel in einem röthlichen Teint erschien; wodurch indess nur die Liebe zum Wunderbaren des Experimentators sich stärker entflamnte, der nun in Ernst meinte, *unsichtbare* Strahlen möchten wohl durch Condensiren oder Zusammenhäufen *sichtbar* werden, ungefähr wie ein träumender Platoniker oder Visionär unsrer Tage die neue und wichtige Entdeckung ankündigte, durch Addition von *Nichts* entstehe

Etwas. Als der Versuch mit etwas mehr Sorgfalt wiederholt wurde, fand sich dieses nicht, sondern das Thermometer im Brennpunkte stieg jetzt nur um 21° , kaum halb so viel als zuvor. Wie hatte sich denn aber der Experimentator versichert, daß Pappe *alles* darauf fallende Licht auffängt? Billig hätte man doch da, wo der Versuch dienen soll, eine Meinung darzuthun, die unsern Begriffen so sehr entgegen ist, alle mögliche Vorsicht brauchen, und alle Umstände auf das sorgfältigste prüfen müssen. Herschel verläßt sich dagegen getrost darauf, Pappe sey ein vollkommenes Diaphragma; und hieraus mag man die Vorsicht, womit er seine Versuche anstellte, beurtheilen. — Gewöhnliches Schreibpapier läßt, meinen Versuchen zufolge, die Hälfte des ganzen darauf fallenden Lichtkegels hindurch. Gesetzt, Herschel's Pappe, (deren Art er auch nicht weiter anzeigt,) habe bloß ein Sechstel der darauf fallenden Lichtstrahlen hindurch gelassen, so reichten diese zu dem bemerkten Erfolge hin.

Versuch 19, welcher die Brechung der nicht-sichtbaren Wärme eines heißen Eisenstabes darthun soll, beweist gar nichts. Die Wärme desselben verbreitete sich, indem er sich abkühlte, durch die benachbarten Körper, und brachte so das Thermometer um 1 oder 2° zum Steigen. Daß die Kugel, so oft ein kleiner Schirm davor gesetzt wurde, in ihrer Temperatur sinken mußte, ließ sich ohne großen Scharfsinn vorhersehn, und bedurfte nicht erst eines Versuchs. In Versuch 20, als ein zweites

Thermometer neben diesem hinter der Linse stand, stimmten beide in ihren Veränderungen, so oft der Schirm vor die Linse gebracht und wieder fortgenommen wurde, ziemlich überein. Ein Unterschied von etwa $\frac{1}{4}^{\circ}$ im Stande beider, war doch wahrlich zu klein, um daraus etwas mit Sicherheit zu schließen. Mit welchem Vertrauen stellt indess nicht Herschel seine übereilte Schlussfolge auf: „Alles dieses bestätige die Brechung der Wärme mittelst der Linse so unläugbar, daß man offenbar annehmen müsse, daß von heißem Eisen gänzlich unsichtbare Strahlen ausgehn, die mit dem Vermögen zu wärmen begabt, und bestimmten Gesetzen der Brechung unterworfen sind, welche mit denen des Lichts sehr nahe zusammen stimmen.“ Es ist fürwahr zu verwundern, wie man einmahl von einer Lieblingsidee eingenommen, sie bei jedem Schritte vor Augen hat, und sich martert, jeden noch so kleinen Schein in einen Beweisgrund dafür umzuwandeln.

In einem *vierten Aufsatze*, welchen Herschel der Londoner Societät vorgelesen hat, verfolgt er seine Materie mit gleicher einförmiger Weitschweifigkeit. Dieser Aufsatz besteht größtentheils aus Versuchen über die *Lichtmenge, welche gefärbte Gläser durch sich hindurch lassen*. (Vergleiche Seite 68 und 87.) In physikalischer Hinsicht sind indess solche Versuche ohne Werth, wenn nicht alle Umstände aufs genaueste angegeben werden; und sie überieht Herschel gänzlich. Die Dicke,

die Mischung der Gläser, und die Intensität ihres Schattens, (*Shade*,) sind dabei von wesentlichem Einflusse; die hindurch gelassenen Farben hätten, um ihre Tiefe zu bestimmen, mit der von Lambert, Achard und Bürja verbesserten Farbenpyramide Mayer's verglichen werden müssen; und endlich war dabei auf die veränderliche Kraft der Sonnenstrahlen nach der Höhe der Sonne und dem Luftzustande, (besonders ihrer Feuchtigkeit,) Rücksicht zu nehmen, da ich in der Kraft des Sonnenlichts zu Mittag auf einander folgender Tage, bei anscheinend heiterm Himmel, sehr beträchtliche Unterschiede gefunden habe. Bei sehr hellen und sehr dunkeln Farben läßt sich der Grad ihrer Erleuchtung wohl sehr groblich mit dem Auge schätzen; diese aber allgemein mit Präcision durch ihren Contrast im Auge bestimmen zu wollen, scheint unausführbar, wo nicht selbst ungereimt zu seyn. Wie genau kann auch wohl z.B. eine Vergleichung zwischen Grün und Roth ausfallen, die genau genommen, nicht minder heterogene Dinge als Geschmack und Geruch sind. Was die Schwierigkeit noch größer macht, ist, daß sich aus der Farbe des Mediums, durch welches das Licht geht, nicht immer auf die Farbe des hindurchgegangnen Lichts schließen läßt. So z. B. erscheint Sonnenlicht, das durch Pappe, Elfenbein oder weißes Email geht, je nachdem diese dicker sind, unter allen Nuancen von Gelb bis zum tiefen Roth. Doch, wollen wir auch diese Versuche Herschel's als durchaus genau annehmen,

so geben sie doch nicht den mindesten Beweis für seine oder irgend eine andere Hypothese.

In diesem Schlusssatze verdient nur eine einzige Stelle Bemerkung. Herschel will darin im voraus eine Folgerung entkräften, welche auch ich im Vorigen als einen unwiderlegbaren Einwurf gegen das System aufgestellt habe: daß nämlich, diesem Systeme zufolge, ein *Brennglas* nicht im Lichtfocus, sondern etwas dahinter, am stärksten wirken müsse. Herschel stellte darüber einen Versuch, (Versuch 23, Seite 86,) an, in welchem dieses in der That der Fall seyn sollte, bemerkt jedoch dabei, und das sehr mit Wahrheit, es sey ein *schlechter Versuch*. Der Leser wird selbst beurtheilen welche Rücksicht er nach einem solchen Bekenntnisse verdient. Ist es wohl wahrscheinlich, ja nur möglich, daß so viele geschickte Physiker, die sich vor einem Jahrhundert mit Vervollkommenung der Brenngläser und mit Versuchen im Brennpunkte derselben beschäftigten, ein so leicht bemerkbares und am Tage liegendes Factum übersehn haben sollten? Ueberhaupt schlüpft Herschel gar leicht über die Hauptsachen weg, worauf es bei seiner Meinung ankam, und verweilt sich mit kleinlicher Umständlichkeit bei Sachen, die jedermann bekannt sind. Hätte er doch seinen Skepticismus bis auf seine eignen Versuche und Meinungen ausgedehnt!

Ich schliesse hiermit diese Controverse, wie ich hoffe, für immer. Ohne Herschel's Wahrhaftigkeit im mindesten in Zweifel zu ziehen, glaube

ich gezeigt zu haben, daß seine Behauptungen nicht
 bloß mit allen unsern gemeinen, am besten begrün-
 deten Begriffen, sondern auch mit Beobachtungen,
 die unter besondern Vortheilen angestellt wurden,
 in Widerspruch stehn; daß Herschel's Versu-
 che ohne viel Ueberlegung unternommen, ohne
 Vorsicht ausgeführt, und in vieler Hinsicht ungenau
 sind; daß sein Raisonnement, so viel Kühnheit es
 auch athmet, noch mangelhafter ist; daß seine letz-
 ten Versuche die größten Schwächen bloß geben,
 nimmt er dabei gleich einen sehr zuverlässigen Ton
 an; daß bei weitem die meisten derselben in kei-
 nem Zusammenhange mit der streitigen Frage stehn,
 und damit lediglich durch eine sophistische Namen-
 verwechselung verwebt werden, und daß die weni-
 gen, die sich in der That darauf beziehen, von so
 dunkler und zweifelhafter Art sind, daß sie keine
 Evidenz und Gewissheit zu geben vermögen. Alle
 zusammen mögen eine Zeit lang gemeine Neugierde
 befriedigen, werden aber gewiß sehr bald in Ver-
 gessenheit sinken. Es sollte mir Leid thun, wenn sich
 Dr. Herschel durch meine Kritik beleidigt fände.
 Habe ich frei gesprochen, so geschah es so, wie
 Ueberzeugung und Liebe zur Wahrheit es mir ein-
 gaben. Bloße Autorität kann für die Wissenschaft,
 läßt man sie aufkommen, die traurigsten Folgen
 haben. Wie hinderlich war nicht ihren Fortschrit-
 ten das Ansehn, in welchem Aristoteles und
 Descartes standen; ja, selbst in einigen Punkten
 der ehrwürdige Name Newton's! Ich achte

Herſchel's Talente, bewundere ſeine aſtronomiſchen Entdeckungen, und ich bin überzeugt, daß England bei ſeinem wiſſenſchaftlichen Verfall die Einfuhr fremden Genies bedarf, und ſich dadurch ehrt, daß es deſſen zweites Vaterland wird. Kann ich einige ſeiner neueſten Speculationen nicht gleichmäſſig billigen; ſo bedenke ich, daß ſelten Männer ihre eignen Kräfte richtig zu ſchätzen wiſſen. Indem ſie ſich an neue Gegenſtände wagen, vermögen ſie nicht immer, ſich die Kenntniß, Präciſion und Vorſicht ſogleich zu erwerben, welche nur die Frucht der Erfahrung und unermüdeter Anſtrengung ſind.

VIII.

VERGLEICHUNG

*des Leslieschen Hygrometers *) mit dem
Haar- und Steinhygrometer unter der
Dunstglocke, nebst einem Vorschlage zu
Verbesserung jenes Thermo-
Hygrometers,*

von

M. A. F. LÜDICKER
in Meissen.

Da Herr Leslie, so viel ich weiß, seine fortgesetzten Beobachtungen noch nicht bekannt gemacht hat; so wird gegenwärtige Vergleichung nicht ganz überflüssig seyn, welche ich mit seinem ersten Hygrometer oder dem doppelten Thermometer, (An-

*) Man sehe: John Leslie's Beschreibung eines Hygrometers, welches auf richtigern Grundsätzen als alle bisherigen beruht, und eines neuen Photometers, in den *Annalen der Physik*, V, 235 f. „Dieser Aufsatz“, (sagt Herr Lüdicker in einem seiner Briefe,) „machte mich auf das neue Hygrometer sehr aufmerksam, und bestimmte mich zu vielen Versuchen, von denen ich, mit Unterdrückung der übrigen, nur diejenigen hier mittheile, welche die Brauchbarkeit und Güte des Instruments am überzeugendsten darthun. So viel ich es jetzt kenne, ziehe ich das doppelte Thermometer allen andern Hygrometern vor.“ d. H.

nalien, V, 242,) angestellt habe. Seinem zweiten Instrumente, welches ihm zugleich als Photometer dient, habe ich noch keine einigermaßen sichere Scale geben können, weil der Barometerstand sehr vielen Einfluss auf dasselbe hat. *) Zu jenem Hygrometer erwählte ich zwei Spiritus-Thermometer mit sehr feinen Röhren, welche mit schwefelsaurer Indigoauflösung gefüllt, und deren Grade so groß waren, daß jeder in 10 Theile getheilt werden konnte. Die Röhre des einen war in der Nähe der Kugel hinlänglich krumm gebogen, damit dessen Kugel unter die Kugel des andern Thermometers gerichtet werden konnte. Beide Thermometer hatte ich in sehr vielen Graden mit einem Quecksilber-Thermometer so wohl, als unter sich selbst verglichen; dessen ungeachtet fanden sich noch kleine Unterschiede von 0,1 bis 0,2 Grad, welche, weil eine Röhre etwas feiner war, wohl der größern Adhäsion der Flüssigkeit an das Glas zuzuschreiben ist. Die untere Kugel an der krummen Röhre hatte ich mit feinem Druckpapiere belegt, und das gan-

*) Auch als Photometer ist daher bis jetzt dieses aus zwei Luftthermometern zusammengesetzte Werkzeug schwerlich zu empfehlen; vielleicht möchten zu dieser Absicht ebenfalls zwei übereinstimmende Spiritus-Thermometer, wovon das eine mit sehr reinem ungefärbten Weingeiste, das andere aber mit sehr dunkler oder wenig verdünnter Indigoauflösung gefüllt ist, vorzuziehn seyn.

ze Instrument war mit einem Fusse versehen, damit es unter die Dunstglocke gestellt werden konnte.

Das hierbei gebrauchte *Haarhygrometer* hatte die im 3ten Stücke des ersten Bandes der *Annalen* beschriebne Einrichtung; der feuchte Punkt fiel in $33\frac{1}{2}$ Grad bei 14 Grad Wärme, und der trockne Punkt war ungefähr — 6.

Das *Steinhygrometer* war mit einem Steine von der 127sten Steinlorte versehen, deren Gang im 1sten St. des 5ten Bandes der *Annalen* beschrieben worden. Der feuchte Punkt fiel in den 46sten Grad, und der trockne in 0. Das Quecksilber-Thermometer hatte die reaumürische Eintheilung.

Ich hätte gewünscht, alle 5 Instrumente auf einmal beobachten zu können; da aber die Glocke hierzu nicht weit genug war, so mußte ich mich mit 4 Instrumenten begnügen, und dasselbe einmahl mit dem Haar-, ein anderes Mahl aber mit dem Steinhygrometer vergleichen. Bei dem Leslieschen Hygrometer ist No. 1 das Thermometer mit der geraden Röhre, und No. 2 das mit der krummen Röhre und mit belegter Kugel. Ehe die Kugel des letztern benetzt worden war, ein Paar Minuten vor der Bedeckung mit der Glocke, standen beide Thermometer auf 15 Grad.

Erste Tafel.

Zeit.	Thermom.	Haarhygr.	Leslie.		Unterschied.
			No. 1.	No. 2.	
8 U. 30'	15	12	15	14	1
35'	14 $\frac{1}{2}$	23	14,5	13,1	1,3
40'	14 $\frac{1}{2}$	28 $\frac{1}{2}$	14,5	13,2	1,3
45'	14 $\frac{1}{2}$	29 $\frac{1}{2}$	14,7	13,3	1,4
50'	15	30	15	13,5	1,5
55'	15	30 $\frac{1}{2}$	15	13,6	1,4
9	15	30 $\frac{1}{2}$	15,2	13,8	1,4
5'	15 $\frac{1}{2}$	30 $\frac{1}{2}$	15,2	13,8	1,4
15'	15 $\frac{1}{2}$	30 $\frac{1}{2}$	15,6	14,1	1,4
20'	15 $\frac{1}{2}$	31	15,7	14,4	1,3
30'	15 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{1}{2}$	15,9	14,7	1,2
35'	15 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{1}{2}$	15,9	14,85	0,05
40'	15 $\frac{1}{2}$	32	15,9	14,95	0,05
50'	15 $\frac{1}{2}$	32 $\frac{1}{2}$	15,9	15,	0,0
55'	15 $\frac{1}{2}$	32 $\frac{1}{2}$	15,8	15,	0,8
10	15 $\frac{1}{2}$	33	15,7	14,95	0,75
5'	15 $\frac{1}{2}$	33	15,6	14,85	0,75
10'	15 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	15,5	14,75	0,75
15'	15 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	15,4	14,7	0,7
20'	15 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	15,3	14,6	0,7
25'	15	33 $\frac{1}{2}$	15,2	14,55	0,65
30'	15	33 $\frac{1}{2}$	15,1	14,45	0,65
35'	15	33 $\frac{1}{2}$	15,05	14,4	0,65
45'	15	33 $\frac{1}{2}$	15	14,35	0,65
50'	15	33 $\frac{1}{2}$	14,95	14,35	0,6
11	15	33 $\frac{1}{2}$	14,95	14,45	0,5
5'	15	33	15	14,5	0,5
10'	15	32 $\frac{1}{2}$	15,05	14,55	0,5
15'	15	32 $\frac{1}{2}$	15,05	14,55	0,5
20'	15	32 $\frac{1}{2}$	15,1	14,6	0,5
25'	15	33	15,2	14,7	0,5
30'	15	33	15,2	14,7	0,5
40'	15	33 $\frac{1}{2}$	15,2	14,7	0,5
12	15	33 $\frac{1}{2}$	15	14,5	0,5
20'	14 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	14,8	14,35	0,45
40'	14 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	14,5	14,2	0,3
1	13 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	13,7	13,4	0,3
3	13 $\frac{1}{2}$	33	13,3	13,05	0,25
30'	13	33	13,2	13,	0,2

Zeit.	Thermom.	Haarhygr.	Leelie.		Unterschied.	
			No. 1.	No. 2.		
4 U.	45'	13 $\frac{1}{2}$	32 $\frac{1}{4}$	13,7	13,2	0,5
	50'	14	32	14	13,45	0,55
		14 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{1}{4}$	14,6	14	0,6
	6'	15	31 $\frac{1}{2}$	15	14,4	0,6
	15'	15 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{3}{4}$	15,6	15	0,6
	20'	15 $\frac{3}{4}$	32	15,8	15,2	0,6
	30'	15 $\frac{3}{4}$	32 $\frac{1}{4}$	15,8	15,4	0,4
	35'	15 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{4}$	15,7	15,3	0,4
	40'	15 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	15,4	15,1	0,3
	45'	15	33 $\frac{3}{4}$	15	14,75	0,25
8	53'	14	33 $\frac{1}{4}$	14	13,75	0,25
	30'	12 $\frac{1}{2}$	33	12,5	12,3	0,2

Das Leslie'sche Hygrometer zeigte also um 3 Uhr 30 Min. die höchste Feuchtigkeit der Luft an; da das Haarhygrometer hingegen, wenn man die Wärme in Betrachtung zieht, den höchsten Punkt schon um 10 Uhr 10 Minuten, also 5 Stunden früher, erreicht hatte. Hieraus möchte folgen, daß das Haar sich zu zeitig mit Feuchtigkeit sättige, und daß dasselbe schon gesättigt sey, ehe die Luft ihren Sättigungspunkt erreicht habe.

Aus den nach 3 Uhr 30 Minuten zunehmenden Unterschieden bei zunehmender Wärme, ergiebt sich auch hier die bekannte Bemerkung, daß sich ein Theil des in der Luft aufgelösten Wassers, bei zunehmender Wärme, so mit der Luft vereinigen könne, daß es nicht mehr auf den Feuchtigkeitsmesser wirkt.

Zweite Tafel.

Zeit.	Thermom.	Steinhygr.	Leslie.		Unterschied.
			No. 1.	No. 2.	
7 U. 32'	13	19	13,7	12,4	0,8
45'	13 $\frac{1}{2}$	20	12,4	11,4	1,0
55'	13	20	12,8	11,4	1,4
8 15'	13	23	13,1	11,8	1,3
30'	13	23	13,2	12,7	1,2
45'	13	24	13,2	12,7	1,0
9 13'	13	25	13,2	12,4	0,8
10 15'	12 $\frac{1}{2}$	29	12,8	12,5	0,3
11 45'	12	33	12,3	12,05	0,25
12 45'	12	35 $\frac{1}{2}$	12,45	12,2	0,25
3 45'	12	40	12,1	11,9	0,2
4 20'	12 $\frac{1}{2}$	41	12,6	12,4	0,2
7 30'	12	44	12,2	12,1	0,1
10	11 $\frac{1}{2}$	46	11,8	11,7	0,1

Da ich von 7 $\frac{1}{2}$ bis 10 Uhr abgerufen wurde, so kann ich nicht genau die Zeit angeben, wenn der Stein den feuchten Punkt erreicht habe; jedoch kann dieses nicht eher als ungefähr um 8 $\frac{1}{2}$ Uhr geschehen seyn. Solchemnach wäre dieser Stein viel langsamer, als andere Steine dieser Sorte gegangen, da er alle Feuchtigkeit, die er fassen konnte, erst in 13 Stunden angenommen hätte. Eine Ursache dieses langsamern Ganges ist gewiss die Wärme, deren Veränderung bei vorhergehender Reihe Beobachtungen 3 $\frac{1}{2}$, und bei dieser Reihe nur 1 $\frac{1}{2}$ Grad betrug, weil die Luft selbst, nach Maassgabe des Leslie'schen Hygrometers, ihren Sättigungspunkt um 5 Stunden später, als vorher, erreichte.

Das Steinhygrometer erreicht zwar den höchsten Punkt der Feuchtigkeit um ungefähr 2 Stunden später, als das Thermo-Hygrometer, scheint aber

mit demselben viel übereinstimmender zu gehen, als das Haarhygrometer.

Das Thermo - Hygrometer, welches ich hier gebraucht habe, hat noch Unvollkommenheiten, welche dessen Gebrauch sehr erschweren. Es läßt sich nämlich als Spiritus - Thermometer in der hier erforderlichen Genauigkeit nicht mit Quecksilber - Thermometern vergleichen. Das Thermometer mit der belegten Kugel steht, wenn das Papier auch völlig trocken zu seyn scheint, um einige Zehnthelle niedriger, als vorher. Die Feuchtigkeit in dem Papiere, welche in trockner Luft oft in einer halben Stunde und noch eher abdunstet, kann bei aller Behutsamkeit wegen Annäherung der Hand ohne Aenderung des Thermometerstandes nicht ersetzt werden, wenn auch das Wasser genau die Temperatur der Luft haben sollte. Ich schlage daher folgende Einrichtung vor, wie ich sie Fig. 8, Taf. I, in dem vierten Theile ihrer GröÙe angegeben habe.

ab und *ce* sind zwei feine Thermometerröhren, ungefähr 18 bis 20 Zoll lang, damit sie 50 reaumürische Grade, 30 über 0, und 20 unter 0, enthalten, welche wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll groß sind, um sie in 10 Theile theilen zu können. Viel besser und deutlicher für das Auge wird es seyn, wenn man die Grade über $\frac{1}{2}$ Zoll groß, und die Röhren über 25 Z. lang nehmen kann. Die Röhre *ce* ist bei *e* krumm gebogen, und hat eine Kugel, welche, nachdem sie größer, als nöthig, geblasen worden, oben wieder eingezogen ist, und also oben eine hohle Schale

bildet, welche das Abdunstungswasser aufnimmt. Die Scale des Thermometers *ab* ist auf ein hinteres Brett fest gemacht, und die Scale des Thermometers *ce* läßt sich auf diesem Brette zwischen der ersten Scale und der Leiste *fg* verschieben. Beide Thermometer werden mit Quecksilber gefüllt. Es müssen daher die Röhren von der feinsten Art, und die Kugeln groß genug seyn, damit sie Grade von obiger GröÙe geben. Während der vergleichungsweise Bestimmung beider Thermometer mit einem andern richtigen Thermometer wird die Scale *ee* so weit hinauf geschoben, bis die Schale der Kugel *d* die Kugel *b* einschließt; bei dem Gebrauche aber wird die Scale so weit herunter geschoben, daß der Raum zwischen beiden Kugeln etwa $\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, worauf die Schale mit Wasser gefüllt wird. Da das in der Schale enthaltne Wasser kaum in einem halben Tage abdunstet, so wird man sie nur 2mahl des Tages anzufüllen nöthig haben.

IX.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

*der philosophischen Klasse der Münchner
Akademie der Wissenschaften auf
das Jahr 1803.*

*P*reis eine goldne Medaille 50 Dukaten werth. *Ein-
sendungstermin* der erste Nov. 1802 an den Sekre-
tär der Akademie, den geistlichen Rath Ildeph.
Kennedy, in München.

1. *Sind wohl die, durch so viele sich ganz unähnli-
che Mittel und auf verschiedenen Wegen erzeugten Arten
des Stickgas, in allen ihren chemischen Eigenschaften
und ihrer Grundlage, (dem einfachen Stickstoffe,) noch
vollkommen die nämlichen mit dem der Atmosphäre?
Und hat die Salpetersäure mit dem atmosphärischen
Stickgas den nämlichen Stickstoff zu ihrer säurefähi-
gen Grundlage? Diese für das gegenwärtige Jahr
schon einmahl aufgegebenne Preisfrage wird, weil
nur Eine Abhandlung darüber eingelaufen ist, auf
1803 erneuert.*

2. *Durch chemische Analysis und Synthesis aus-
zumachen, ob das Braunsteinmetall ein wesentlicher
Bestandtheil jedes Stahls und besonders des nach
Clouet's Methode bereiteten Gussstahls ist.*

X.

Bemerkung zu Biot's Aufsätze, (II.)

Die Behauptungen Biot's, daß die Stärke der Erschütterungsschläge an Voltaischen Säulen von gleichviel gleichartigen Schichtungen abnimmt, indem die Oberfläche der Platten zunimmt, scheint einer Berichtigung zu bedürfen. Herr van Marum, der sich im Besitze ähnlicher Riesenmaschinen für die Voltaische Metallelectricität, als die Teylersche Scheibenmaschine für Electricität durch Reibung ist, gesetzt hat, und dessen Güte ich eine Beschreibung seiner äußerst interessanten und überraschenden, sehr ins Grofse gehenden und entscheidenden Versuche mit diesen mächtigen Säulenapparaten verdanke, (sie werden als eine vorzügliche Zierde der Annalen gleich das nächste Heft eröffnen,) fand die Commotionen aus gewöhnlichen Säulen, und aus Säulen mit Platten von 25 Quadratzoll Oberfläche, beide zu 200 Schichtungen, eine völlig so stark als die andere, nach wiederholten Versuchen, und beide Arten von Säulen laden durch eine einzige augenblickliche Berührung die Teylersche Batterie genau bis zu einerlei Intensität. Die Länge des Drahts aber, welche Säulen von grofser Oberfläche schmelzen, nimmt zwar bei vergrößerter Oberfläche etwas, doch lange nicht im Verhältnisse der Oberfläche zu.

d. H.

XI.

*Aus einem Schreiben des Herrn Dr.
BENZENBERG.*

Hamburg den 27ten Nov. 1801.

Unsre Beobachtungen über die Sternschnuppen, (*Annalen*, IX, 370,) sind jetzt geschlossen. Das Wetter war sehr ungünstig; doch ist unsre Bemühung nicht ohne Erfolg geblieben, und hat uns correspondirende Beobachtungen verschafft, deren Resultate bei den sehr grossen Standlinien sehr genau seyn müssen. Herr Dr. Pottgießner in Elberfeld hat uns treffliche Beobachtungen mitgetheilt; diese sind jetzt in Rechnung. — —

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, ZWEITES STÜCK.

I.

SCHREIBEN

des Herrn Dr. MARTINUS VAN MARUM
an Herrn ALEX. VOLTA,
Professor zu Pavia,

über
die Versuche mit der electrischen Saule,
welche er und der Prof. PFAFF in dem Teyler-
schen Laboratorium zu Harlem im Nov.
*1801 angestellt haben. *)*

Mein Herr!

Herr Pfaff, der auf seiner Rückreise von Paris nach Kiel den 8ten November hier eingetroffen ist, hat mir Ihren Brief vom 22ten October zugestellt, worin Sie mir den Vorschlag thun, mit ihm, mittelst der bekannten Apparate des Teylerschen Museums, einige Versuche im Großen über die Me-

*) Aus der Handschrift des Hrn. Dr. van Marum
übersetzt vom Herausgeber.

Annal. d. Physik. B. 10. St. 2. J. 1802. St. 2.

I

tall-Electricität der von Ihnen erfundenen Säule zu unternehmen, welche einige Physiker sehr eigentlich eine *galvanische Säule* nennen. Ich habe mich dazu sogleich bereitwillig erklärt; Ihr Vorschlag war mir gerade in diesem Augenblicke um so angenehmer, da ich selbst seit einigen Tagen meine Untersuchungen über die Electricität Ihrer Säule nach einem Plane wieder aufgenommen hatte, den ich mir, einer von mir entworfenen *Theorie* Ihrer Säule gemäß, (welche ich auch Herrn Pfaff mittheilte,) vorgezeichnet hatte. Zwar war ich, nach dem, was ich selbst im Juli an einer Säule von großer Oberfläche bemerkte, und was Sie mir in Ihrem Briefe vom 29sten August von Ihren Versuchen mitzutheilen die Güte gehabt haben, beinahe völlig überzeugt, daß die Wirksamkeit der Säule lediglich electricisch ist; doch wich meine Theorie dieser Wirkungen von der Ihrigen ab, welche mir Herr Pfaff, Ihrem Auftrage gemäß, mittheilte. Um mit den Apparaten, welche unter meiner Direction stehn, auch jetzt, wie bisher, so viel als möglich zur Beförderung der Wissenschaft beizutragen, lud ich Herrn Pfaff, nachdem ich mich von seinem Eifer und seiner Kenntniß überzeugt hatte, auf Ihre Empfehlung ein, hier einige Tage zuzubringen, um mit mir, mit Hülfe der Apparate des Teylerschen Museums, und durch Versuche, die wir so viel als möglich ins Große treiben wollten, Ihre und meine Theorie in allen Beziehungen zu prüfen. Wir haben zehn volle Tage hierauf zugebracht. Das Anfertigen

einiger neuen Apparate, welche wir für nöthig hielten, und ein anderer Umstand, veranlaßten eine Unterbrechung von 3 Tagen. Wir endigten unsre Versuche am 20sten; und da Herr Pfaff Tags darauf abreiste, so eile ich, Ihnen sogleich die Resultate unsrer Untersuchungen mitzutheilen,

Ich fange mit der Beschreibung des Versuches an, den Sie mir vorzüglich empfohlen haben, d. h., mit der *Ladung einer sehr grossen Batterie durch eine einzige sehr kurze Berührung mit der Säule*. Wir bedienten uns dazu eines Theils der grossen Teylerschen Batterie von 100 Flaschen, jede zu $5\frac{1}{2}$ Quadratfuss Belegung, welche Sie in der zweiten Fortsetzung meiner Versuche mit der Teylerschen Electrirmaschine beschrieben finden. *) Da wir besorgten, die Dicke des Glases, die im Durchschnitte ungefähr 1 Linie beträgt, könne die Ladung durch eine Electricität von so geringer Spannung, (*tension*), als die Ihrer Säule ist, verhindern, so versuchten wir zuerst, eine einzige der Batterieflaschen, und da dieses vollkommen gelang, noch 25 andere, einzeln durch die Säule zu laden. Nur eine einzige lud sich nicht gehörig, wahrscheinlich weil ihr Glas zu dick war.

Von diesen 25 Flaschen, die sich einzeln gehörig luden, verbanden wir zuerst 4 zu einer Batterie. Unsre Säule bestand aus 200 metallischen Platten-

*) *Seconde Continuation etc.*, p. 194. — Auch in den *Annalen*, I, 68. d. H.

paaren, Silber, (holländischen 3-Guldenstücken, die ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser haben,) und Zink, und ihre Spannungen wurden durch ein sehr sorgfältig gearbeitetes Electrometer Bennet's untersucht, dessen Gang wir sehr regelmässig fanden. Eine einzige, noch so kurze Berührung reichte hin, um die Batterie von 4 Flaschen, mittelst der ganzen Säule, bis zu der nämlichen Spannung zu laden, welche die Säule hatte, und welche die Goldblättchen des Bennetschen Electrometers bis auf $\frac{1}{8}$ Zoll aus einander trieb. Wir setzten darauf eine Batterie von 9, dann von 16 Flaschen zusammen, und da beide gleichfalls durch eine einzige sehr kurze Berührung mit der Säule, bis zu einerlei Spannung mit ihr geladen wurden, vergrößerten wir die Batterie bis auf 25 Flaschen, welche zusammen $137\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung enthielten. Auch hier reichte eine einzige möglichst kurze Berührung mit der Säule hin, sie genau bis zu derselben Spannung, welche die Goldblättchen des Electrometers um $\frac{1}{8}$ Zoll aus einander trieb, zu laden. — Da nach diesen Versuchen 25 Flaschen, jede von $5\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung, sich gerade so, wie eine einzelne solche Flasche durch eine noch so kurze Berührung mit Ihrer Säule luden; so läßt sich kaum zweifeln, daß dieses auch mit der ganzen Teylerschen Batterie von 550 Quadratfuß Belegung, der Fall seyn werde. Wir würden dieses auch in der That versucht haben, wenn uns nicht der große Zeitaufwand bei einem solchen Versuche in der jetzigen

Jahreszeit, wo die ganze Batterie in ein heizbares Zimmer hätte müssen hinüber geschafft werden, davon abgehalten hätte; um so mehr, da Herr Pfaff in einigen Tagen Harlem wieder verlassen mußte, und uns noch eine große Zahl von Versuchen übrig war, die wir für wichtiger hielten. Liegt Ihnen indess etwas daran, daß wir wirklich die ganze Teylersche Batterie auf diese Art zu laden versuchen, so bin ich gern dazu in einer schicklichern Jahreszeit erbötig.

Wir untersuchten nun, wie unsre Batterie von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung durch *Theile* derselben Säule geladen werden würde. Es war zu dem Ende an die Zinkplatte jedes zwanzigsten Plattenpaares ein Häkchen angelöthet, an das wir den isolirten Draht, mittelst dessen wir die Säule mit der Batterie in Berührung brachten, mit Bequemlichkeit anbringen konnten. Da erst am 40sten Plattenpaare, von unten herauf gerechnet, eine Divergenz des Bennetschen Electrometers bestimmt wahrzunehmen war, (sie betrug 1 Linie,) so war es hier, wo wir die Säule mit der Batterie auf die erwähnte Art zuerst in eine augenblickliche Berührung setzten. Die Batterie fand sich dadurch wieder bis zu derselben Spannung wie die Säule, (von 1 Linie Divergenz,) geladen. Darauf wurde die Batterie mit dem 60sten, 80sten, 100sten, 120sten, 140sten, 160sten und 180sten Plattenpaare auf einen Augenblick eben so in Verbindung gesetzt; und immer fand sich die Batterie dadurch bis zu derselben Spannung gela-

den, welche das Electrometer an dem Plattenpaare zeigte, mit dem wir die Batterie in augenblickliche Berührung gesetzt hatten.

Da in jedem der metallischen Plattenpaare unserer Säule, das Silber unten, der Zink oben lag, so hatte die Säule die *positive* Electricität oben, und theilte diese der innern Belegung der Batterie mit, welches stets mit den obern Enden der Theile der Säule, die wir anwandten, in Berührung gebracht wurde. Wir kehrten darauf die Säule um, so daß das Silber der einzelnen metallischen Plattenpaare oben, der Zink unten war, und wiederholten nun die vorigen Versuche mit der ganzen Säule, und in verschiedenen Höhen derselben. Auch so wurde stets die Batterie durch eine einzige Berührung bis zu der Spannung des Plattenpaars, mit dem wir sie in Verbindung gesetzt hatten, gebracht.

Wir schritten nun zu den *Schlägen* oder den *Sensationen*, welche die in verschiedenen Höhen der Säule geladene Batterie, beim Entladen bewirkt. Dazu bedienten wir uns zweier Leiter aus Kupfer, 2 Zoll im Durchmesser, die wir mit angefeuchteten Händen faßten. Als die Batterie am 20sten Plattenpaare geladen war, empfanden wir den Uebergang des Stroms aus dem Leiter in die Hand und aus der Hand in den Leiter sehr deutlich. Mein Freund van den Ende, der hier wohnt und sich sehr eifrig mit Physik beschäftigt, fühlte den Strom bis in die Handwurzel. Als die Batterie ferner mit 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 und 200

Plattenpaaren geladen, und auf dieselbe Art wie zuvor entladen wurde, vermehrte sich die Wirkung der Entladung auf unsern Körper in dem Maasse, wie die Plattenpaare zunahmen. Bei 40 Paaren fühlten wir wahre Schläge, (*Secouffes*,) in den Handwurzeln; bei 60 Paaren waren die Schläge in den Ellenbogen sehr merklich; durch die ganze Säule von 200 Paaren geladen, gingen die Schläge mit vieler Heftigkeit bis in die Schultern. — Doch waren die Erschütterungsschläge der Batterie minder stark, als die des Theils der Säule, welcher die Ladung hergegeben hatte. Wir schätzten den Schlag einer von allen 200 Plattenpaaren der Säule geladenen Batterie, dem einer Säule von 100 Plattenpaaren gleich, und so überhaupt den Entladungsschlag der Batterie ungefähr immer so stark, als den einer Säule von halb so viel Platten, als die, womit die Batterie geladen worden war. Es wäre etwas sehr Ueberflüssiges, Sie von den Ursachen dieser Ungleichheit des Schlags der Batterie und der Säule bei Ladungen von gleicher Spannung unterhalten zu wollen, da diese Ursachen sich jedem, der die Electricität studirt hat, sogleich darbieten.

Beide Reihen von Versuchen glaubten wir nun bis auf einen Punkt verfolgt zu haben, daß sie nichts zu wünschen übrig ließen. Wir setzten daher jetzt neben unsre Batterie von 25 großen Flaschen die kleine *Teylersche Electrifikationsmaschine*, welche eine Scheibe von 31 Zoll Durchmesser, und die neue Einrichtung hat, die ich 1791 in einem Briefe an

Herrn Ingenhous's beschrieben habe,) um zu versuchen, wie viel Berührungen des Leiters dieser Maschine nöthig seyn möchten, um die Batterie bis zu derselben Spannung, als mit der Säule, zu laden. Dieser Versuch erforderte eine besondere Vorsicht, damit nicht die Berührung mit dem Conductor, der Batterie mehr Electricität mittheilte, als die Maschine während dieser Berührung hergab. Hätten wir Batterie und Conductor ohne weitere Vorsicht mittelst eines starken isolirten Drahts, (dessen eines Ende das Innere der Batterie wohl berühren, und dessen anderes Ende dem Leiter der Maschine isolirt genähert werden muß,) in eine augenblickliche Berührung setzen wollen, so würde der Draht einen starken Funken erhalten, und dieser der Batterie eine zu große Menge von Electricität mitgetheilt haben, die sich im Leiter während einer gewissen Zeit, z. B. während einer Umdrehung der Scheibe, angehäuft hätte, während hier die Frage war, wie viel Electricität durch die Wirkung der Maschine während einer einzigen Berührung, der Batterie mitgetheilt werde. Um dieses mit einiger Genauigkeit zu finden, setzte ich den Leiter der Maschine mit dem Fußboden in leitende Verbindung, indem ich ihn mit ei-

*) Man findet diesen Brief im *Journal de Physique*, Juin 1791, Vol. 38, p. 447, [übersetzt in Gren's *Journal der Physik*, 1791, B. 4, S. 1,] und in meiner *Seconde continuation des experiences faites avec la machine Teylerienne*, p. 291. v. M.

nem Finger berührte, und öhte mich darauf, den
 Finger in demselben Augenblicke fortzuziehn, als
 ich den erwähnten starken Draht mit dem Leiter in
 Berührung brachte. Nachdem ich darin eine solche
 Fertigkeit erlangt hatte, daß wir sicher waren, der
 Batterie werde durch eine Berührung des Leiters
 mit dem Drahte nicht mehr Electricität zugeführt,
 als die, welche die Maschine gerade während des
 Augenblicks der Berührung hergab; beobachteten
 wir, ob eine einzige solche Berührung die Batterie
 schon bis auf einen Grad lade, den das Electrometer
 anzeige, und da das nicht der Fall war, wie viel
 solcher Berührungen erfordert würden, um der
 Batterie eine eben so starke Ladung zu geben, als
 sie durch eine einzige Berührung von der Säule er-
 halten hatte. Bei wiederholten Versuchen schien-
 en uns 6 Berührungen des Leiters, die Batterie
 bis zu derselben Spannung zu laden, als eine einzige
 Berührung der Säule.

Nun habe ich aber in meiner Beschreibung dieser
 Maschine durch entscheidende Versuche dargethan,
 (*Seconde continuat.*, p. 326, und *Journal de Phys.*,
 Vol. 38, p. 455,) daß die Kraft dieser Maschine
 ungefähr halb so groß ist, als die, welche die gro-
 ße Teylersche Maschine in ihrem anfänglichen Zu-
 stande hatte; woraus folgt, daß eine Ihrer Säulen
 aus 200 metallischen Plattenpaaren, um eine Bat-
 terie bis zu erwähnter Spannung zu laden, drei-
 mahl so viel electrishes Fluidum hergebe, als die
 große Teylersche Maschine in ihrem ersten Zustan-

de von 1785 bis 1789 darzureichen vermochte. Seitdem hat die große Maschine, durch die Reibzeuge von neuer Einrichtung, die ich 1790 anbringen ließ, und durch Gebrauch des Kienmayer'schen Amalgama, für das Laden der Batterie eine fünffache Stärke wie zuvor erhalten, wie sich aus Versuchen im März 1790 zeigte, da ich damahls die große Batterie von 550 Quadratfuß Belegung wiederholt durch 90 Umdrehungen der Scheiben bis zum höchsten Grade, den das Glas zu ertragen vermochte, lud. *) Folglich steht die Kraft Ihrer Säule von 200 Plattenpaaren, große Batterien zu laden, zu der Kraft der großen Teyler'schen Electrifikationsmaschine in ihrem jetzigen Zustande, Batterien bis zu derselben Spannung zu laden, im Verhältnisse von 3 : 5. Die Jahreszeit verhinderte mich, beide jetzt durch einen Versuch direct mit einander zu vergleichen, da das Teyler'sche Museum sich nicht heitzen läßt, und leider auf einem sehr feuchten Boden steht. Ich muß daher einen solchen directen Versuch bis zum Frühjahre verschieben, wo bei der Trockenheit der Luft, sich die der Wirkung der Maschine so hinderliche Feuchtigkeit größtentheils verliert.

Zuletzt verglichen wir noch die Empfindungen oder *Schläge*, welche die Batterie beim Entladen

*) *Seconde continuat.*, pag. 216, und mein Brief an Herrn Landriani im *Journ. de Phys.*, Vol. 38, pag. 109, [überetzt in *Gren's Journ. der Physik*, B. 2, S. 167.]

giebt, wenn sie durch Berührung mit dem Leiter der Electrirmaschine und durch Berührung mit der Säule bis zu gleichen Spannungen geladen ist. Genaue und wiederholte Versuche zeigten zwischen beiden schlechterdings keine bemerkbare Verschiedenheit.

So glaubten wir nun diesen Versuch so weit und mit so vieler Genauigkeit, als immer zu wünschen war, verfolgt zu haben. Da die Wirkungen der Ladungen einer so ansehnlichen Batterie durch Ihre Säule, und durch eine kräftige Electrirmaschine, in allen Beziehungen vollkommen dieselben sind, so schmeicheln wir uns durch einen Versuch im Großen die Identität des strömenden Fluidums, welches durch Ihre Säule, und des Fluidums, das durch eine Electrirmaschine in Bewegung gesetzt wird, auf eine so entscheidende Art dargethan zu haben, daß niemand, er sey denn durch Vorurtheile oder von der gegentheiligen Meinung geblendet, hinfüro an der Identität der Strömungen in diesen beiden Apparaten zweifeln kann. Wir schmeicheln uns daher dem *Galvanismus*, als der Annahme eines eigenthümlichen Fluidums; das in Ihrem Apparate wirksam seyn sollte, den Todesstoß gegeben zu haben: denn unsere Versuche, verbunden mit den Ihrigen, scheinen mir die Wirkung eines eigenthümlichen, sogenannten *galvanischen* Fluidums, auch in allen andern sogenannten *galvanischen* Versuchen sehr zweifelhaft zu machen, oder vielmehr zu widerlegen. Denn giebt man zu, daß die

Wirkung Ihrer Säule, welche durch den Contact zweier sich berührender Metalle erzeugt wird, im Großen untersucht, (wie wir es gethan haben,) augenscheinlich *rein-electrisch* ist; so haben wir, da sich alle andern sogenannten *galvanischen* Versuche gleichfalls durch die Wirkung zweier verschiedner Metalle oder andrer Körper, deren man sich in ihnen bedient, erklären lassen, keinen Grund, in ihnen die Wirkung einem eigenthümlichen Fluidum zuzuschreiben, dessen Existenz man allzu leicht angenommen hat.

Es ist daher zu hoffen, daß einige Aerzte bald von ihren allzu gewagten Theorien über die Wirkung eines Fluidums, *Galvanique* genannt, auf den menschlichen und überhaupt auf denthierischen Körper, zurückkommen werden, da diese Theorien, hätte man ihnen zufolge neue Heilmittel angewandt, wahrscheinlich in Krankheiten von schädlichen Folgen gewesen seyn würden. — Da die Wirkungen der Säule, welche mit vollem Rechte Ihren Namen trägt, im Großen untersucht, *rein-electrisch* sind, so scheint mir überdies die wahre Benennung derselben die: *electriche Säule*, (*Colonne electrique*,) zu seyn, und ich hoffe, daß sich die Physiker vereinigen werden, Ihren Apparat hinfüro, zur Ehre seines Erfinders, die *electriche Säule Volta's* zu nennen.

Sie sehn hieraus, mein Herr! daß ich von der Meinung ganz zurückgekommen bin, die ich Ihnen in meinem Briefe vom 9ten Juni, bei Uebersendung

des Programms unserer Societät, äufserte. Damahls schrieb ich Ihnen: „Ich zweifle sehr, daß die Erscheinungen der Säule lediglich von dem gestörten electricischen Gleichgewichte abhängen,“ — und mein Zweifel veranlaßte die batavische Societät der Wissenschaften, am 25ten Mai dieses Jahres folgende Preisfrage aufzugeben: „Läßt sich Volta's Säule aus den bekannten Gesetzen oder Eigenschaften der Electricität hinlänglich erklären, oder muß man daraus auf die Existenz eines eigenthümlichen, vom electricischen verschiednen Fluidums schließen?“ Der Versuch dreier Mitglieder des National-Instituts, Fourcroy's, Vauquelin's und Thenard's, der in der Notiz von den Arbeiten der mathematischen und physikalischen Klasse während des zweiten Trimesters des J. g. beschrieben wird, schien mir damahls imponant zu seyn, und machte mich geneigt, ein eigenthümliches Fluidum anzunehmen, das in Ihrer Säule mitwirke, weil ich das Resultat dieses Versuchs mir nicht anders zu erklären wußte. Was ich indess im Juli und August sah, erregte mir schon große Zweifel gegen diese Annahme, und, was ich jetzt wieder beobachtet habe, macht, daß ich sie ganz verwerfe.

Die Versuche, welche ich so eben beschrieben habe, beweisen überdies noch im Großen, und auf eine sehr entscheidende Art, einen andern Hauptpunkt in der Theorie Ihrer Säule, nämlich: daß der Strom, den Ihre Säule erregt, eine unglaubliche Geschwindigkeit hat, die alle unsre Begriffe über-

steigt. Dieses zeigt sich nämlich besonders dadurch, daß eine so große Batterie, von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung, durch eine einzige, möglichst kurze, (kaum $\frac{1}{20}$ einer Sekunde dauernde) Berührung mit dem Verbindungsdrahte Ihrer Säule, bis zu einerlei Spannung mit der Säule selbst geladen wurde. Nach diesem Versuche darf man sich gewiß nicht länger verwundern, daß Ihr Apparat durch seine ununterbrochne Wirkksamkeit, Wirkungen hervorbringt, dergleichen man durch gewöhnliche Electrirmaschinen nie erhalten hat; z. B. die so schnelle Zersetzung des Wassers. Keine der bekannten Electrirmaschinen, nur die große Teylersche ausgenommen, vermag einen stetig wirkenden Strom zu erzeugen, der dem Ihrer Säule einigermaßen nahe käme. Aus diesem Grunde hat man in ihr ein mächtiges Mittel, mehrere Wirkungen hervorzubringen, die viel zum Fortgange der Physik beitragen können.

Diese letztere Ueberlegung spornte mich an, mich zu bemühen, die Kraft ihrer Säule zu verstärken. Gleich anfangs hatte ich darauf gedacht, die Säule besser zu isoliren, als das gewöhnlich geschieht. Ich stelle sie zu dem Ende auf eine dicke Scheibe von Gummilack, und halte sie in ihrer senkrechten Lage durch 2 Zoll lange, horizontale Siegellackstangen, die an cylindrische Holzstäbe befestigt sind. In 4 hölzerne Pfosten, welche um die Säule in einiger Entfernung stehn, sind von 4 zu 4 Zollen,

runde Löcher horizontal gebohrt, und durch diese gehn die cylindrischen Holzstäbe gedrängt, welches den Vortheil gewährt, daß dasselbe Gestell, da es lediglich aus den 4 Pfosten mit zwei viereckten 12zölligen Brettern, eins oben, das andere unten, besteht, zum Isoliren von Säulen von sehr verschiedenem Durchmesser zu brauchen ist. Der guten Isolirung meiner Säulen in diesem Gestelle schreibe ich es größtentheils zu, daß sie wirksamer sind, als die Säulen der meisten andern Physiker, so viel ich davon gelesen oder gehört habe. Selbst Herr Pfaff war über die mächtige Wirkung der ersten Säule verwundert, welche wir aus holländischen 3-Guldenstücken, aus Zinkplatten von gleicher Größe, nämlich $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und aus Tuchscheiben aufbaueten, die in einer gesättigten Salmiakauflösung getränkt waren. Wir sahen einmahl, daß eine Säule von 60 Schichtungen einen Eisendraht, der im Handel mit No. 16 bezeichnet wird und $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser hat, an seinem Ende eine Linie lang zum Rothglühen brachte und schmolz. Um darzuthun, daß Isolirung zum größten Effecte der Säule nothwendig ist, brachten wir an der Seite einen Streifen nasser Pappe an, und sogleich war die Wirkung beträchtlich vermindert. Der Erschütterungsschlag einer auf die angegebne Art isolirten Säule von 200 Plattenpaaren afficirt den ganzen Körper, und ist so heftig, daß ihn nicht leicht jemand zum zweiten Mahle verlangt. Von den andern mächtigen Wirkungen dieser Säule sage ich

nichts, um Sie desto umständlicher von den Wirkungen einer Säule von grösserer Oberfläche, die wir aufbauten, zu unterhalten.

Sobald ich im *Moniteur* vom 5ten Messidor dieses Jahres, die Versuche von Fourcroy, Vauquelin und Thenard über die Schmelzung von Eisendraht durch eine Säule aus Kupfer- und Zinkplatten von grosser Oberfläche, gelesen hatte, liess ich mir 32 Kupferplatten und eben so viel Zinkplatten, in Quadratform von 5 Zoll Seite und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien Dicke, verfertigen, um, nach ihrem Beispiele, durch genaues Aneinanderlegen von je 4 und 4 Platten, daraus eine 10 Zoll breite Säule von 8 metallischen Plattenpaaren zusammensetzen zu können. Diese wurde zuerst aufgerichtet, und dann aus einander genommen, um daraus eine 5 Zoll breite Säule von 32 Plattenpaaren aufzubauen. Damit diese Platten sich durchgängig gehörig berühren möchten, war ihre Oberfläche mit Sorgfalt gebeoet worden. Das Tuch zu beiden Säulen hatten wir mit einerlei gesättigter Salmiakauflösung getränkt. Die Wirkung der 5 Zoll breiten Säule von 32 Plattenpaaren übertraf die der 10 Zoll breiten Säule von 8 Schichtungen bei weitem. Es glückte mir im vergangnen August, vom Eisendrahte No. 16, der $\frac{1}{24}$ Zoll im Durchmesser hat, mit ersterer 5 Zoll gänzlich zu Kugeln zu schmelzen, und 7 Zoll zum Rothglühen zu bringen.

Diese ausserordentliche Wirkung der 5 Zoll breiten Säule bestimmte mich, sie bis auf 50 Plattenpaare

paare zu vermehren; allein der Erfolg entsprach meiner Erwartung nicht. Sie leistete jetzt weniger als zuvor. Da ich dieses anfangs darin suchte, daß die hinzugekommenen Platten nicht mit gleicher Sorgfalt als die übrigen geebnet worden waren, ließ ich dieses nachhohlen und noch 20 Plattenpaare dazu machen. Diese Säule von 70 Schichtungen war fertig, als Herr Pfaff zu mir kam. Um mit ihm die Wirkung Ihrer Säule möglichst im Großen zu untersuchen, ließ ich während seines hiesigen Aufenthalts die Zahl der Plattenpaare noch vermehren. Wir errichteten daraus die erste Säule am 20sten November. Als sie aus 25 Plattenpaaren bestand, schmolz sie vom Eilendrahte No. 16 eine Länge von 4 Zoll; da wir sie aber bis auf 50 Plattenpaare vermehrt hatten, und nun ihre Wirkungen wieder untersuchten, zeigten sich diese schwächer als an der halb so hohen Säule. Wir waren schon zuvor darauf aufmerksam geworden, daß die Pappscheiben, deren wir uns zu diesem Versuche bedienten, mit der Salmiakauflösung recht gut angefeuchtet seyn müssen, um die volle Wirkung einer Säule zu erhalten, und trafen daher jetzt leicht den wahren Grund: daß nämlich der zu große Druck des obern Theils der Säule auf den untern, aus den Pappscheiben dieses Theils die Feuchtigkeit zu stark ausgepresst, und sie zu trocken gemacht hatte: denn als wir die obere Hälfte der Säule abhoben, zeigte sich in der That, daß die untere nicht mehr halb so stark wirkte, als ehe wir die übrigen 25 Plattenpaare

darauf gelegt hätten, indess diese obere Hälfte der Säule allein dieselbe Wirksamkeit im Drahtschmelzen, wie zuvor die untere zeigte.

Da uns dieser Versuch überzeugete, daß sich aus unsern breiten, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien dicken Platten keine Säule von beträchtlicher Höhe errichten lasse, welche eine der Plattenmenge proportionale Wirksamkeit hätte, weil das Gewicht der Säule die Feuchtigkeit aus den untern Platten allzu sehr auspresst; so versuchten wir, die Säule in mehrere einzelne zu theilen, und diese auf eine leichte und einfache Art so mit einander zu verbinden, daß sie zu allen Versuchen noch bequemer als eine einzige sehr hohe Säule würden. Wir vertheilten zu dem Ende unsere Plattenpaare, 110 an der Zahl, in vier mit einander verbundene Säulen, deren Construction und Verkettung die beigelegte Zeichnung, (Taf. III, Fig. 1.) so deutlich darstellt, daß sie weiter keiner Beschreibung bedürfen. Die Kupferplatte unter den beiden Säulen C und D ist mit einem hervorstehenden Rande rings umgeben, damit die aus den feuchten Pappscheiben herabträufelnde Salmiakauflösung nicht auf die darunter liegende isolirende Hartplatte fließe und die Isolirung beider Säulen aufhebe. Auch sehen Sie sogleich, daß es überflüssig gewesen wäre, die Säulen A und B zu isoliren. Um die Wirkung aller vier Säulen zu erhalten, wurde der Communicationsdraht mit den Enden der beiden äußern Säulen A und D in Berührung gesetzt. Nahmen wir die Kupferplatte fort, welche die Säulen

B und C mit einander verband, so konnten wir die Wirkung der Säulen A und B oder C und D allein beobachten.

Diese Säulen haben uns folgende Beobachtungen an die Hand gegeben:

1. Die beiden Säulen A und B, welche zusammen aus 50 Plattenpaaren Kupfer und Zink bestanden, brachten 8 Zoll vom Eisendrahte No. 16 stark zum Glühen, und schmolzen sie größtentheils.

2. Die beiden Säulen C und D, welche zusammen 60 Plattenpaare enthielten, und deren Kupferscheiben etwas dünner als die der beiden ersten Säulen waren, brachten 6 Zoll Draht zum Rothglühen. Ihre mindere Wirkung erklärten wir uns daraus, daß ihre Pappscheiben nicht gehörig gepreßt waren.

3. Die vier Säulen vereinigt brachten 32 Zoll von demselben Drahte zum Rothglühen.

4. Da es bei einer so großen Länge eines so dünnen Eisendrahts sehr schwer hält, die obere Platte der Säule, besonders an ihrem Rande, wo die Wirkung gewöhnlich am stärksten ist, mit dem Drahte gehörig zu berühren; so befestigten wir an die Drähte Nadeln, die an ihnen senkrecht herabhängen, und mit deren Spitzen sich die obere Platte an jeder beliebigen Stelle berühren ließ. Auf diese Art schmolz indess nicht ganz so viel Draht, wie zuvor, obgleich der Unterschied nicht sehr merklich war.

5. Wir untersuchten darauf, ob zwischen den ausfahrenden und den einfahrenden Funken eine merkliche Verschiedenheit statt findet, wie einige behauptet haben. Zu dem Ende setzten wir eine Schale mit Queckfilber auf die obere Platte einer der beiden äußern Säulen, verbanden Queckfilber und Platte durch einen Eßendraht, brachten den Communicationsdraht mit der obern Platte der andern äußern Säule in Berührung, und näherten bald die Spitze einer vom andern Ende desselben an dünnem Drahte herabhängenden Nadel, bald dieses minder spitze Ende des Communicationsdrahts selbst, dem Queckfilber. Darauf wurde die Schale mit Queckfilber auf die Endplatte der andern äußern Säule gesetzt, und der Versuch auf dieselbe Art wiederholt; und so wechselten wir mehrere Mal ab, wobei wir abwechselnd Funken erhielten, die aus dem Communicationsdrahte in das Queckfilber gingen, wenn dieses auf der Säule *A* stand, und solche, die aus dem Queckfilber, wenn es über *D* stand, ausfuhren und in das Ende des Communicationsdrahts eingingen; doch konnte weder ich noch mein Freund van den Ende, der mir bei diesem Versuche half, die mindeste Verschiedenheit zwischen den aus dem Communicationsdrahte ausgehenden, (positiven,) und den in ihn eingehenden, (negativen,) Funken wahrnehmen. In beiden Fällen erfolgten gleiche strahlende Funken, die man für electriche Strahlenbüschel hätte halten können, hätten sie sich nicht an beiden Enden der Säule gleich-

mässig gezeigt. Dals die scheinbaren Strahlen dieser Funken vom Verbrennen des Drahtendes oder der Nadelspitze herührten, wurde dadurch offenbar, dass, als wir statt des Eisen-drahts Platindraht nahmen, der nicht geschmolzen wird, die Funken an der einen wie an der andern Seite völlig ohne Strahlen erschienen.

6. Diese Versuche gewährten uns eine sehr schöne Erscheinung, welche die Aufmerksamkeit aller Liebhaber verdient, die sich durch physikalische Versuche interessante Schauspiele verschaffen wollen. Wenn wir das Quecksilber mit dem dünnen Drahte ohne Nadel berührten, so verbrannte das Ende dieses Drahts mit einer solchen Heftigkeit, dass sich rings umher Funken verbreiteten, in tausenden von lichtlichen Strahlen, welche sehr schöne Sonnen, mehrere Zoll im Durchmesser, bildeten. Wenn wir dabei das Ende des Drahts langsam herabwärts bewegten, so konnten wir dieses schöne Schauspiel beliebig fortsetzen. Es stellt sich auch einigermaßen ein, wenn man das Quecksilber mit einer Nadel berührt, ist dann aber von minderer Dauer, weil es, so wie die Nadelspitze abgeschmolzen ist, aufhört. Wir stellten diesen Versuch mit Drähten von No. 16, $\frac{1}{240}$ Zoll, von No. 11, $\frac{1}{177}$, und von No. 7, $\frac{1}{108}$ Zoll im Durchmesser, an. No. 11 gab an diesem Tage die grössten und glänzendsten Sonnen. Bei minderer Kraft der Säule gelingt der Versuch besser mit No. 16.

7. Nahmen wir Drähte, die zu dick waren, um geschmolzen zu werden, so oxydirte jeder Funke das Quecksilber an der Oberfläche, wo das Oxyd Flecke von mehr als einer Linie im Durchmesser bildete.

8. Das äußere Ende eines *Platindrahts*, von ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser, wurde zu einem Kügelchen geschmolzen.

9. Die Funken, welche aus dem Ende des Communicationsdrahts ausfuhren, hatten mehr als $\frac{1}{16}$ Zoll im Durchmesser, wenn der Communicationsdraht nicht zu dünn war.

Nachdem diese Versuche die große Kraft unsrer Säule dargethan hatten, untersuchten wir auch *a.* ihre *Spannungen*, *b.* die *Erschütterungsschläge*, welche sie ertheilte, und *c.* die *Ladungen*, die sie einer Batterie zuführte.

a. Die *Spannungen* dieser Säule und ihrer einzelnen Theile, wir mochten sie durch bloße Berührung mit dem empfindlichsten Electrometer, das ich belafs, oder mittelst des Condensators und eines minder empfindlichen Electrometers untersuchen, zeigten sich immer vollkommen gleich mit den Spannungen gleich vieler Plattenpaare einer Säule aus Silber und Zink von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser.

b. Die *Schläge* von gleich viel Schichtungen dieser beiden Säulen waren so ganz übereinstimmend, daß kaum irgend eine Verschiedenheit zwischen ihnen wahrzunehmen war.

c. Diese breite Säule lud unsere Batterie von 137½ Quadratfuß Belegung, durch eine einzige Berührung genau bis zu derselben Spannung, bis zu welcher die vorige schmalere Säule 66 beiegleich viel Schichtungen geladen hatte, und die Entladungsschläge der Batterie waren in beiden Fällen völlig dieselben.

Diese vergleichenden Versuche mit unsern beiden Säulen von 1½ und von 5 Zoll Breite, zeigten uns, wie Sie sehn, was die Spannungen betrifft, mehr im Großen, dasselbe, was Sie schon an minder hohen Säulen bemerkt hatten; dass nämlich in Säulen von gleich viel Plattenpaaren, aber sehr verschiednem Durchmesser, die Spannungen vollkommen dieselben sind, und dass eine Batterie von zwei solchen Säulen völlig gleich geladen wird. Wie ist es aber zu erklären, dass zwei Säulen, deren Spannungen so ganz gleich sind, und welche große Batterien so ganz gleichmälsig laden, im Schmelzen der Metalle eine so verschiedne Wirkksamkeit äußern?

Um sich darüber gehörige Begriffe zu machen, muss man die Wirkungen isolirter und nicht-isolirter, (geschlossener,) Säulen wohl von einander unterscheiden. In einer nicht-isolirten Säule geht ein beständiger Strom von dem einen Ende der Säule zu dem andern durch den Leiter oder die Kette von Leitern, welche die beiden Enden der Säule in Verbindung setzt, ind so in der isolirten Säule kein solches Strömen statt finden kann. Diese Unterscheidung zeigt sogleich, dass Gleichheit der

Spannung in isolirten, (nicht-geschlossnen,) Säule nicht berechnen könne, eine Gleichheit des Stroms in beiden Säulen, wenn sie nicht isolirt sind, (im geschlossnen Zustande,) zu erwarten. Vielmehr muß man umgekehrt schließen, daß, wenn der Strom in einer breiten nicht-isolirten Säule weniger Widerstand zu überwinden fände, als in einer schmälern, dieser Strom sich in der erstern wirkfamer zeigen werde, wegen seiner beträchtlichern Geschwindigkeit, die in dem Verhältnisse größer seyn muß, in welchem er weniger Widerstand zu überwinden hat. Nun aber zeigt die große Wirkung, welche eine breite Säule im Schmelzen von Metalldraht äußert, offenbar, daß die Geschwindigkeit ihres Stroms in der That viel größer ist, als die Geschwindigkeit des Stroms in einer Säule von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser; denn es ist aus den Versuchen mit Batterien bekannt, daß das Schmelzen des Drahts durch electriche Ströme von der Geschwindigkeit derselben abhängt, oder, (was auf eins heraus kömmt,) von der Menge des electriche Fluidums, welche Entladungen in gleichen Zeittheilen durch den Draht hindurch führen. Es kömmt daher nur darauf an, die Umstände oder Ursachen auszumitteln, unter welchen oder durch welche der Strom, den breite Säulen erregen, eine größere Geschwindigkeit erhält. Sollten diese aber wirklich allein darauf beruhen, daß die feuchten Stoffe, welche sich zwischen je zwei Plattenpaaren befinden und nur schlechte Leiter sind, in breiten Säulen, wegen ih-

rer größern Berührungsfläche, dem electricen Strome einen geringern Widerstand, als in schmälern Säulen leisten, wie Sie dieses, nach dem, was Herr Pfaff mir darüber sagt, erklären?

Darüber stellten wir folgenden Versuch an. Wir errichteten zwei 5 Z. breite Säulen, jede von 12 Plattenpaaren. Die eine hatte lauter feuchte Pappstücke von der Größe der Metallplatten; in der andern befanden sich nur zwischen jedem Paare Metallplatten drei Pappscheiben von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Die Spannung beider Säulen war zwar dieselbe; alle übrigen Wirkungen zeigten sich aber in der Säule mit den breiten Pappstücken viel stärker, und die stark glänzenden Funken kamen in ihr schon beim 5ten Plattenpaare von unten auf zum Vorscheine, indess in der ganzen andern Säule die Funken wenig oder gar nicht sichtbar waren. Dieses Resultat spricht unstreitig sehr für Ihre Meinung, oder thut doch wenigstens dar, daß die Größe der Oberfläche der feuchten Stoffe viel zu der Wirkung einer Säule beiträgt. — Wir vertauschten darauf die Pappstücke von der Größe der Metallplatten mit noch größern, welche überall über die Metallplatten hinaus ragten; allein dadurch wurde die Wirksamkeit der Säule nicht vermehrt, eher ein wenig geschwächt. Dieses beweist, daß die breiten feuchten Leiter zwischen den Metallplatten-Paaren nur in so weit besser, als schmälere leiten, oder wenigstens den Effect der Säule erhöhen, als sie mit den Metallplatten in Berührung sind, wie das, zufolge Ihrer

Meinung, zu erwarten war. Auch stimmt unsre Bemerkung, daß die Pappstücke in breiten Säulen recht nass seyn müssen, um gute Wirkung zu thun, sehr gut mit Ihrer Vorstellung überein, da sie, je nasser sie sind, desto besser leiten. Doch sehe ich noch keine hinreichend bewährte Ursache, den großen Unterschied der Wirkungen breiter und schmaler Säulen im Schmelzen und Oxydiren der Metalle lediglich dem Umstande zuzuschreiben, daß die feuchten Stoffe von großer Oberfläche besser als die von kleinerer Oberfläche leiten. Könnte nicht die GröÙe der Metallplatten selbst, durch ihre gröÙere Capacität, die vielleicht im Verhältnisse ihrer Oberfläche steht, mit zur gröÙern Geschwindigkeit des Stroms beitragen? Ich wünschte sehr, hierüber Ihr Urtheil zu hören.

Die Art, wie breite Säulen sich in den *Erschütterungsschlägen* äußern, weiß ich mit dem, was von anderwärts her bekannt ist, nicht recht zu vereinigen. Ich wiederholte nach Hrn. Pfaff's Abreise die Versuche darüber mit zwei Säulen, jede aus 20 Plattenpaaren Kupfer und Zink, deren Pappstücke gleichmäÙig mit Salmiak getränkt, und die überhaupt in nichts Wesentlichem, als lediglich in der GröÙe der Oberfläche der einzelnen Platten verschieden waren, indem die der einen $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, die quadratförmigen der andern 5 Zoll Seite hielten. Die Schläge dieser beiden Säulen wurden von Mehrern sehr oft mit einander verglichen, ohne daß sie die mindeste Verschiedenheit zwischen

den Commotionen hätten wahrnehmen können. Wie läßt sich aber, bei der bekannten Wirkung der Ströme electricischer Entladungen, diese Gleichheit der Erschütterungen durch Ströme, welche im Schmelzen des Metalles eine so ganz verschiedene Wirksamkeit haben, begreifen? Sind etwa auch die Commotionen electricischer Entladungen nicht in dem Verhältnisse heftiger, in welchem sie sich im Schmelzen der Metalle wirksam zeigen? Sie werden mir durch Erläuterungen über diesen Punkt ein wahres Vergnügen machen.

Um die *größte Wirkung einer breiten Säule* zu erhalten, kommt es auf mehrere Umstände an; ganz vorzüglich auf den gehörigen Grad von Nässe der Pappstücke, die zwischen jedem Paare Metallplatten liegen. Zu viel Nässe ist eben so schädlich als zu wenig, und es ist sehr schwer, gerade den vortheilhaftesten Grad von Feuchtigkeit zu treffen. — Am besten dient zum Anfeuchten eine *kalte gesättigte Salmiakauflösung*; denn obgleich eine warme Auflösung mehr Salmiak enthält, so zeigte sie sich doch in einem Versuche minder wirksam als jene. Doch scheinen noch andere, bis jetzt unbekannte Umstände, auf die Wirksamkeit einer breiten Säule gar sehr mit einzuwirken, und sie mehr oder minder unbeständig zu machen. Ich habe mir vorgesetzt, darüber genauere Untersuchungen anzustellen; um es desto sicherer dahin zu bringen, durch Vergrößerung ihrer Säule die Kraft derselben

zu erhöhen. So wie es mir geglückt ist, im Teylerschen Museum die kräftigste Electrirmaschine, die existirt, zu erhalten, und ihre Kraft, besonders im Laden der Batterien, in Folge einer besondern Untersuchung alles dessen, was die Wirkung der Reibzeuge vermehrt oder vermindert, sehr beträchtlich zu verstärken; so hoffe ich auch, daß eine zusammenhängende Untersuchung, die ziemlich im Großen geführt wird, über alles das, was auf die Wirksamkeit Ihrer Säule mit einfließt, uns Mittel an die Hand geben wird, die Wirkungen derselben beträchtlich zu verstärken und in breiten Säulen beständiger zu machen. Ich werde dieses um so weniger verabsäumen, da, wie wir oben gesehen haben, Ihre Säule für *chemische Zersetzen* ein weit kräftigerer Apparat, als die Electrirmaschine ist, und wir dadurch auf sehr interessante Entdeckungen geleitet werden könnten, da zu erwarten ist, daß sie, bei Vermehrung ihrer Kraft, auch in diesen Wirkungen sich noch thätiger zeigen werde. Sobald ich mit dieser Untersuchung zu interessanten Resultaten werde gekommen seyn, theile ich sie Ihnen mit. Haben Sie einige Ideen, von denen Sie glauben, daß sie mir bei dieser Untersuchung von Nutzen seyn können, oder die Sie durch Versuche nach einem größern Maasstabe, als dem Ihrer eignen Apparate, geprüft zu sehn wünschen, so bitte ich Sie, sie mir so bald als möglich mitzutheilen.

Noch habe ich Ihnen einige Versuche zu beschreiben, die wir hauptsächlich in der Absicht an-

stellten, um den Grund der größern Wirksamkeit von Säulen aufzufinden, deren feuchte Leiter Salmiak enthalten. Dafs wirklich der Strom einer Säule, deren Papp- oder Tuchstücke mit Salmiak getränkt sind, sich viel wirksamer zeigt, als der einer Säule, deren Papp- oder Tuchstücke mit Wasser oder mit Kochsalzauflösung genäßt sind, ist zwar hinlänglich bewiesen: um indess auch darüber einen vergleichenden Versuch anzustellen, errichteten wir zwei breite Säulen von 20 Plattenpaaren, eine mit Pappstücken in *Salmiak*, die andere mit Pappstücken in *Kochsalzauflösung* getränkt. Die erstere schmolz, wie gewöhnlich, $\frac{1}{4}$ Zoll Eisendraht von No. 16 zu Kügelchen, indess die andere auch keine Linie dieses Drahts zum Schmelzen oder Rothglühen brachte. Eine dritte breite Säule, die wir nachher mit Pappstücken in *Wasser* getränkt aufrichteten, zeigte sich in Rücksicht der Funken noch minder wirksam.

Diese so vielmahl größere Wirkung einer Säule, deren Pappscheiben mit Salmiak genäßt sind, läßt keinen Zweifel, dafs die Menge des electrischen Fluidums im Strome einer solchen Säule viel größer ist, oder, (was auf eins hinaus kömmt,) dafs ihr Strom eine viel größere Geschwindigkeit hat, als der einer Säule, deren Pappstücke mit Wasser oder mit Kochsalz befeuchtet sind. Es entsteht daher die Frage, durch welche Ursache diese größere Menge von Fluidum oder diese größere Geschwindigkeit im Strome einer solchen Säule bewirkt wird.

Mehrere schreiben die grössere Wirksamkeit des Salmiaks dem Umstande zu, daß dieses Salz, nachdem es zersetzt worden, die Metalle oxydire. Daß sich der Salmiak in der Säule zersetzt, läßt sich allerdings nicht läugnen; dies beweist der starke Ammoniakgeruch, der sich bald, nachdem man eine solche Säule aufgebaut hat, und ganz besonders, wenn man sie wieder auseinander nimmt, um sie verbreitet. Auch werden die Oberflächen des Kupfers und des Zinks von der Salzsäure des zeretzten Ammoniaks stark oxydirt. Man sieht überdies, daß die Wirksamkeit der Säule in eben dem Verhältnisse nachläßt, in welchem die Oxydierung der Metallplatten abnimmt. Schon im Mai, wie ich Ihnen in meinem Briefe vom 9ten Juni erzählt habe, hatte ich eine Säule von 100 Plattenpaaren aus Silber, Zink und Tuchscheiben, die mit Schwefelsäure, mit 6 Theilen Wasser diluirt, getränkt waren, und welche die Metalle, besonders den Zink, sehr schnell oxydirte, aufgebaut. Sie that viel mehr Wirkung als eine andere von weit mehr Plattenpaaren, deren Tuchscheiben mit Kochsalzauflösung bepäßt waren. Alle diese Versuche schienen mir für die Meinung zu sprechen, daß die Oxydierung der Metalle, als solche, sehr viel dazu beitragen, den Effect der Säule zu vermehren. Da ich indess dafür keine genügende Erklärung aufzufinden vermochte, so blieb es mir stets räthselhaft, ob sich nicht vielleicht eine andere bis jetzt unbekannte Ursache, oder irgend ein unbekannter Umstand zur

Oxydation gefälle, von dem die Vermehrung des Effects allein oder doch größtentheils abhängt. Da auch Herr Pfaff nicht der Meinung war, daß die Oxydirung, als solche, zur Vermehrung des Effects viel beitrage; so entschlossen wir uns, hierüber so viel Versuche, als die Zeit seines hiesigen Aufenthalts erlauben würde, anzustellen.

1. Wir benetzten die Pappstücke mit *Schwefelsäure*, *Salpetersäure* und *Salzsäure*, die bald concentrirt, bald mehr oder minder diluirt genommen wurden, und bedienten uns zu den meisten dieser Versuche einer Säule aus 30 Plattenpaaren Kupfer und Zink, von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser; zu einigen auch einer Säule aus 10 Plattenpaaren von 5 Zoll Breite. Unfre Absicht war, durch diese Versuche auszumitteln, ob die Wirkung dieser verschiedenen Säulen in dem Verhältnisse zunehmen werde, wie sich eins oder beide Metalle in ihnen schneller oxydiren. Ich würde Ihnen eine Abschrift unsers Journals, das wir über diese Versuche führten, mittheilen, wäre dieser Brief nicht schon allzu lang. Auch ist es wohl hinreichend, Ihnen zu sagen, daß wir keinesweges weder die Spannungen, noch die Schläge, noch die Funken, in dem Grade sich vermehren sahen, worin die Oxydirung der Metalle geschwinder erfolgte; daß vielmehr im Gegentheile bei den Versuchen mit concentrirter oder verdünnter Salpetersäure, wo beide Metalle sich sehr schnell oxydiren, die obigen Wirkungen viel schwächer waren, als in einer ähnlichen zur Vergleichung die-

nenden Säule, deren Tuch- oder Pappstücke Salmiakauflösung enthielten.

Sie sehn, mein Herr! daß die Resultate dieser Versuche keinesweges der Meinung günstig sind, daß die Oxydirung, als solche, die Hauptursache des vermehrten Effects des Stroms in Säulen, die Salmiak enthalten, sey. Doch scheint mir, man könne aus ihnen noch nicht schliessen, daß die Oxydirung der Metalle durch den Salmiak schlechterdings *gar nichts* zur Vermehrung der Wirksamkeit beitrage, weil das in diesem Falle auf eine Art geschehen könnte, die von der Wirkungsart der Säuren verschieden, und fähiger wäre, den unbekannten Effect, der den Strom der Säule verstärkt, hervorzurufen. Auch könnte die Wirkung des Ammoniaks auf das Kupfer etwas dazu beitragen. — Um diese zu prüfen, benetzten wir die Pappscheiben einer Säule aus 30 Plattenpaaren Kupfer und Zink von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, mit Ammoniak. Wir fanden alle Wirkungen des Stroms dieser Säule weit schwächer, als die einer ähnlichen Säule, deren Pappscheiben mit Salmiak genäßt waren.

2. Wir hielten es für besonders belehrend, über den Einfluß, den die Oxydirung der Metalle auf den Effect der Säule haben kann, *die verschiedenen Wirksamkeiten der Säule im luftleeren Raume, in verschiednen Gasarten, die keinen Sauerstoff enthalten, und im reinen Sauerstoffgas* zu untersuchen. Zu diesen Versuchen diente uns eine Säule aus 60 Plattenpaaren Silber und Zink, $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser,

fer, deren Tuchscheiben mit Salmiakauflösung genäßt wurden. Wir setzten sie auf den Teller einer Luftpumpe unter einem Glascyliner, der oben mit einer Lederbüchse versehen war; die Spindel derselben diente uns, die Säule oberwärts zu berühren. Nachdem wir die Spannung dieser Säule und die übrigen Wirkungen ihres Stromes, d. i., die Funken, die Commotionen, und die Wasserzersetzen sorgfältig beobachtet hatten, zogen wir aus dem Cylinder die Luft aus, wozu wir uns meiner Luftpumpe bedienten, die ich im J. 1798 beschrieben habe, *) und die sehr schnell exantlirt, bis die Barometerprobe nicht mehr eine volle Linie hoch steht. Der Wasserdampf, der sich im luftleeren Raume aus der Feuchtigkeit der Säule bildet, erhielt indeß das Quecksilber in der Barometerprobe 5''' hoch. Es war am 17ten November, Vormittags, als wir diesen Versuch aufstellten, und Herr Coquebert-Montbret, Commissär der französischen Republik zu Amsterdam, der als Freund der Physik bekannt ist, und mich an diesem Tage besuchte, war dabei gegenwärtig. Die Spannungen und alle erwähnte Wirkungen des Stroms dieser Säule waren im luftleeren Raume den in der atmosphärischen Luft von uns beobachteten so ganz gleich, als es kaum, oder vielmehr gar nicht,

*) *Déscription des nouveaux appareils chimiques appart. au Museum de Teyler, übersetzt in den Annales, I, 379.*

möglich war, einen Unterschied zwischen beiden wahrzunehmen. Manchmahl glaubten wir eine Verminderung der Funken im luftleeren Raume zu bemerken; dieses bestätigte sich aber nicht bei wiederholten Versuchen. Als wir die Luft in den Cylinder ließen, um wieder die Wirklichkeiten der Säule in der atmosphärischen Luft zu beobachten, und bald darauf die Luft wieder auszogen, schienen uns alle Effecte des Stroms der Säule eben so wenig verchieden, als im vorigen Versuche. Wir ließen sie während der Stunde unsers Mittagessens im luftleeren Raume, und untersuchten nach Tisch ihre Wirklichkeiten aufs neue. Sie waren vollkommen dieselben wie zuvor.

Wir ließen nun *Kohlenstoff-Wasserstoffgas* hinein, das ich, auf die in meiner *Descript. des appar. chimiques* etc, p. 64, angegebne Art, aus Olivenöhl bereitet und in einem unsrer Gazometer wohl verwahrt hatte, aus dem es sich auf eine bequeme Weise, ohne daß wir eine Untermischung mit atmosphärischer Luft zu fürchten hatten, in den Cylinder hineinleiten ließ. Als wir darauf die Spannungen, die Erschütterungen und die Funken der Säule untersuchten, fanden wir sie denen im luftleeren Raume und in der atmosphärischen Luft vollkommen gleich. — Wir pumpen dieses Gas wieder aus dem Cylinder heraus, und ließen *Sickgas* hinein, das ich im Frühjahr bereitet hatte aus atmosphärischer Luft, die über einen Teig aus Eisenfeil und Schwefel gesperrt, und durch denselben ihres Sauerstoff-

gas beraubt worden war. Auch in dieser Gasart zeigte sich die Wirkfamkeit der Säule in allen Beziehungen wieder völlig so, als in den vorigen Versuchen.

Nun wurde der Cylinder, nachdem er ausgeleert worden, auf dieselbe Art, wie zuvor, mit sehr reinem Sauerstoffgas gefüllt, das aus Brauneisen übergetrieben war. Wir fanden, daß die Erschütterungen der Säule darin stärker, und die Funken viel größer, glänzender und leichter zu erhalten waren, als in irgend einem der vorigen Versuche. Wir pumpten den Cylinder aus, um diese Wirkungen mit denen im luftleeren Raume unmittelbar zu vergleichen, und waren nicht wenig verwundert, jetzt die Erschütterungen weit schwächer und die Funken weit kleiner, nicht bloß als im Sauerstoffgas, sondern auch als im luftleeren Raume der vorigen Versuche zu finden. Als wir zum zweiten Male Sauerstoffgas hineinliessen, erschienen alle Wirkungen wieder in derselben Stärke, wie das erste Mahl; und bei Wiederherstellung des luftleeren Raumes schienen sie wieder ungefähr bis zu demselben Grade, wie vorhin, geschwächt. Als wir endlich atmosphärische Luft in den Cylinder liessen, stellten sich die Wirkungen fast in demselben Grade als in den beiden vorhergehenden Versuchen wieder her.

Was soll man aus diesen Versuchen in den Gasarten und im luftleeren Raume schliessen, die wir uns schmeicheln mit möglichster Sorgfalt angestellt

zu haben, und welche uns doch so verschiedne Resultate über den Einfluß des luftleeren Raums auf die Wirkfamkeit der Säule gegeben haben? Dieser Einfluß, der am Vormittage wenig oder gar nicht merklich schien, war am Nachmittage sehr bedeutend, obſchon viel daran fehlte, daß der luftleere Raum, der so vollkommen war, als man ihn nur erhalten kann, die Wirkung der Säule ganz aufgehoben hätte, wie das Mehrere beobachtet zu haben behaupten. Sollte der veränderte Zustand der Säule einige Stunden nach ihrer Errichtung, diesen Einfluß des luftleeren Raums auf die Wirkfamkeit der Säule, der nur in den letzten Versuchen sich äußerte, bewirkt haben? — Sauerstoffgas, welches die Säule umgiebt, scheint nach den letztern Versuchen ihre Wirkfamkeit zu erhöhen. Doch hängt die Wirkfamkeit der Säule nicht bloß hiervon ab, wie Einige behauptet haben; das beweisen die ungeschwächten Wirkungen der Säule, die wir sowohl im luftleeren Raume, als im Stickgas und im Kohlenstoff-Wasserstoffgas wahrgenommen haben. Ich behalte es mir indessen vor, zu untersuchen, wie diese letztern mercuriellen Gasarten auf die Säule wirken, wenn man diese längere Zeit darin läßt, auch diese Versuche im luftleeren Raume und in Gasarten, mit Säulen, deren Pappscheiben bloß mit Wasser, statt mit Salmiak, genäßt sind, zu wiederholen, weil die Wirkung solcher Säulen gleichförmiger ist.

3. Um den Einfluß der Oxydierung auf die Wirkfamkeit der Säule von allen Seiten her zu erfor-

schen, baueten wir endlich noch Säulen auf, deren Pappscheiben mit Auflösungen benetzt wurden, die auf keine Art die Metalle zu oxydiren vermögen. Zu dem Ende tränkten wir die Pappstücke einer Säule, die aus 12 Plattenpaaren von 5 Zoll Breite bestand, mit einer möglichst concentrirten Auflösung von *Kali*. Diese Säule war weit wirkfamer als eine ähnliche, deren Pappstücke wir in reinem Wasser genäfst hatten; die Funken wurden in ihr schon am 3ten Plattenpaare von unten her sichtbar, und oben am 12ten Plattenpaare zeigten sich strahlende Funken, während in der andern Säule die Funken erst am 11ten oder 12ten Plattenpaare kaum noch sichtbar wurden. Als wir jene Säule aus einander nahmen, fand sich, daß die polirten Flächen des Kupfers und des Zinks durch das *Kali* nicht verändert worden waren. — Die Wirkungen von Pappstücken, die wir mit flüssigem schwefelsauren *Kali* getränkt hatten, waren weit schwächer und von kürzerer Dauer.

Ich sehe, nach allen diesen Versuchen über den Einfluß der Oxydirung auf die Wirkfamkeit der Säule, nicht ab, daß sie uns gültige Gründe an die Hand geben, bestimmt zu läugnen, daß die Oxydirung der Metalle durch die Salzsäure, allein, oder in Verbindung mit der Wirkung des Ammoniaks, nicht etwas zur Wirkfamkeit der Säule beitragen könne. Ich wünschte sehr, zu erfahren, ob Ihre Versuche Ihnen mehr Aufklärung hierüber verschafft haben.

Zum Schlusse dieses Briefs hier noch die Resultate einiger Versuche, die ich in einer Vorlesung über Ihre electricische Säule anstellte, welche ich vorgestern im Teylerschen Saale gehalten habe.

Ich hatte unfre breite Säule aus 5zölligen Platten bis auf 200 Plattenpaare vermehrt; sie wurde in dieser Vorlesung zum ersten Mahle, in 6 Säulen vertheilt, aufgerichtet. Ungeachtet die 60 zuletzt verfertigten Kupferplatten nicht fehlerfrei waren, da ihnen, wegen Kürze der Zeit, noch nicht nachgeholfen war, und ein Mißgriff meines Gehülfsen in der Wahl der Pappe mich nicht die volle Wirkksamkeit dieser Säule erwarten liefs, so gelang es mir doch, mittelst ihrer 23 Zoll Eisendraht von No. 16 völlig zu Kügelchen zu schmelzen, und 33 Zoll von diesem Drahte seiner ganzen Länge nach zum Rothglühen zu bringen.

Ich stellte zwei Säulen aus 20 Plattenpaaren Kupfer und Zink, die eine von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, die andere aus 5 Zoll breiten Platten, beide mit gleichmälsig gefeuchteten Pappstücken neben einander, und bat mehrere meiner Zuhörer, die Schläge beider mit einander zu vergleichen. Keiner bemerkte zwischen beiden die mindeste Verschiedenheit.

Nach der Vorlesung nahm ich die breite Säule aus einander, und bauete mit Beihülfe meiner Freunde L'Ange und van den Ende eine Säule aus 20 Plattenpaaren, jede 10 Zoll ins Quadrat, auf, wobei wir uns alle Mühe gaben, die Ränder der

4 Platten, woraus jede Platte dieser Säule zusammenge-
 setzt wurde, in genaue Berührung zu bringen,
 auch, um die Berührung zu vermehren, zwischen
 das Kupfer und den Zink jedes Plattenpaars noch
 eine sehr dünne Kupferplatte legten. Die Papp-
 stücke wurden, wie die der vorigen Säulen, mit Sal-
 miak genäht. Bei wiederholten Vergleichen
 der *Schläge* dieser 10 Zoll breiten Säule, mit den
 Schlägen der 1½zölligen Säule von gleich viel Plat-
 tenpaaren, konnten wir zwischen beiden nicht den
 geringsten Unterschied bemerken. *) — Vom Draht
 No. 16 vermochten wir mittelst ihrer nicht über
 5 Zoll zu schmelzen. Die Stärke der Säulen nimmt
 also nicht im Verhältnisse der Oberfläche ihrer Plat-
 tenpaare zu; denn diese war hier 4mahl größer als
 in der 5zölligen Säule von 20 Plattenpaaren, und
 doch schmolz letztere 4 Zoll dieses Drahts, welches

*) Diese Versuche, mit denen auch Hrn. Simon's
 Erfahrungen, (*Annalen*, IX, 385,) übereinstim-
 men, widerlegen also völlig Biot's Behauptung,
 (oben S. 27 und 28,) über die Verschiedenheit der
 Erschütterungen breiter und schmaler Säulen, un-
 ter übrigens gleichen Umständen; eine Behaup-
 tung, die Biot überhaupt mehr auf seine Hypo-
 these von größerer Geschwindigkeit des electri-
 schen Stroms in schmälern Säulen, als auf sorg-
 fältige vergleichende Versuche gestützt zu haben
 scheint, obgleich die Identität beider Erschütte-
 rungen recht wohl mit dieser Hypothese besteht
 und aus ihr sich vielleicht erklären ließe. d. H.

auch sehr gut mit den Versuchen übereinstimmt, die ich im August angestellt und oben, (S. 136,) angeführt habe.

Ich habe mir noch eine Menge anderer Versuche vorgesetzt, und behalte es mir vor, Ihnen die Resultate derselben in einem zweiten Schreiben mitzutheilen. Mit der vollkommensten Hochachtung u. s. w.

Harlem den 29ten Nov. 1801.

II.

*Ueber das Verschlucken des Sauerstoff-
gas durch die Voltaische Säule,*

von

BIOT UND F. CUVIER

in Paris. *)

Wir stellten auf eine pneumatische Wanne eine Säule aus Kupfer, Zink und Tuchscheiben, die mit einer starken *Alaunauflösung* getränkt waren, brachten ihre Enden durch Eisendraht in Verbindung, und stürzten über sie einen Glascylinder, **) der nur wenig weiter als das Fußgestell der Säule war, so daß sich die geringste Veränderung der Luftmenge

*) Zusammengezogen aus den *Annales de Chimie*, t. 39, No. 117, p. 242 f.; aus einer Abhandlung, die früher als der Aufsatz S. 24 f. geschrieben zu seyn scheint. (Vergl. S. 33.) d. H.

**) Dieser und die folgenden Versuche wurden also ziemlich unter gleichen Umständen mit denen Davy's, (*Annalen*, VIII, 2 f.,) angestellt, und unterscheiden sich von den Versuchen, die Herr Dr. van Marum in dem vorhergehenden Aufsatze, S. 152 f., beschrieb, wesentlich dadurch, daß in ihnen die Säulen im geschlossnen, in letztern dagegen im nicht - geschlossnen Zustande waren. Daß die Säule im erstern Zustande weit mehr Sauerstoffgas als im letztern absorbiert, zeigen Biot's Versuche im vorigen Hefte, S. 31 f. d. H.

im Cylinder, durch Veränderung des Wasserstandes in demselben zeigen mußte. In weniger als einer halben Stunde fing das Wasser an in den Cylinder anzusteigen, und bald war eine Menge Luft absorbirt.

Um Resultate etwas mehr im Großen über diese Absorption zu erhalten, nahmen wir eine stärkere Säule, und stürzten darüber einen Glascylinder, der 1 Decimètre weit, und 5 Decimètres hoch war. Die Eisendrähte, welche als Leiter dienten, gingen durch Röhren voll Wasser, bogen sich unter dem Glascylinder um, und standen außerhalb der Wanne durch ein Gefäß voll Wasser mit einander in leitender Verbindung. Wir versicherten uns von der Wirksamkeit der Säule mittelst eines sehr kleinen Gasapparats. Nach 48 Stunden war das Wasser über 1 Decimètre um die Säule angestiegen, indess es in Glocken, welche auf derselben pneumatischen Wanne daneben standen und atmosphärische Luft ohne eine Säule enthielten, sein Niveau nicht verändert hatte. Es fand sich ungefähr $\frac{1}{5}$ der ganzen Gasmenge absorbirt; *) der Rückstand war merklich leichter als atmosphärische Luft, und verlöschte Wachlichter augenblicklich, woraus wir schlossen, daß es Stickgas sey. *Folglich zersetzt die Voltaische Säule die sie umgebende atmosphärische Luft, und absorbirt den Sauerstoff derselben.*

*) Vergl. *Annalen*, VIII, 19.

Um auszumachen, ob die Wirksamkeit der Säule durch diesen Sauerstoff der atmosphärischen Luft erhöht wird, setzten wir die Säule in ein enges cylindrisches Glas, über das eine viel grössere Glasglocke von bekanntem Inhalte gestürzt wurde. Die Enddrähte der Säule gingen durch Glasröhren voll Quecksilber, (deren eine, für den untern Pol, bis auf den Boden des cylindrischen Glases hinab reichte,) und standen, wie zuvor, außerhalb des Apparats in leitender Verbindung. Die Luft zwischen beiden Gläsern wurde mittelst einer Röhre so weit ausgelogen, daß das Wasser bis auf $\frac{9}{10}$ der äußern Glocke in die Höhe trat. Als die Säule, von deren Wirksamkeit man sich mittelst einer kleinen Gasröhre überzeugete, 17 Stunden lang in der wenigen übrigen Luft gestanden hatte, schien diese, nach der Absorption zu urtheilen, allen Sauerstoff verloren zu haben; zugleich gab die Säule nun keine Schläge mehr, bewirkte auf der Zunge nur einen sehr geringen Geschmack, und entband in einer ganz frischen Gasröhre nicht ein Luftbläschen, so daß wir endlich ihre ganze Wirksamkeit für aufgehoben hielten. Nun wurde eine sehr geringe Menge Sauerstoffgas in die Glocke gebracht. Im Augenblicke erschienen in der Gasröhre wieder Gasblasen, und so wie wir mehr Sauerstoffgas hineinbrachten, nahm die Gasentwicklung zu, bis sie endlich so beträchtlich als zu Anfang war; zugleich wurden die Schläge wieder sehr merklich und der Geschmack unerträglich brennend. Nachdem wir wenigstens

4mahl mehr Sauerstoff hineingelassen hatten, als Stickgas rückständig war, stand das Wasser in der Glasglocke 2 Centimètres unter dem Niveau der äußern Wasserfläche; wir ließen die Säule darin 24 Stunden fortdauernd wirken, worauf das Wasser in der Glocke um eben so viel über der äußern Wasserfläche stand, so daß wenigstens $1\frac{1}{2}$ Kubik-Decimètres Sauerstoffgas während dieser Zeit verschluckt worden waren. Man sieht aus diesem Versuche, *daß der Sauerstoff, den die Säule der atmosphärischen Luft entzieht, dazu beiträgt, die Wirksamkeit der Säule zu verstärken.*

Ist aber Sauerstoff in der umgebenden Atmosphäre zur Wirksamkeit der Säule unentbehrlich? Um dieses zu beantworten, setzten wir eine zwischen 3 Glas Säulen errichtete Säule von 40 Plattenpaaren Zink und Kupfer, an die eine feine hermetisch verschlossene Gasröhre angebracht war, unter den Recipienten einer Luftpumpe, zogen die Luft aus, und beobachteten während dessen den Gasstrom. Er war in freier Luft sehr stark, und blieb auch während des Auspumpens und nach demselben so lebhaft, daß sich dieses nicht der Einwirkung der wenigen im Recipienten noch übrigen Luft zuschreiben ließ. — Wir wiederholten diesen Versuch noch auf eine bequemere Art unter einer Spindelglocke. Als die Luft bis auf 3 Linien Quecksilberhöhe in der Barometerprobe ausgepumpt war, erhielten wir mittelst der Spindel noch immer sehr heftige Erschütterungen, und die Gasentwicklung in einem

mit der Säule verbundenen Gefäße voll Wasser blieb so stark als gewöhnlich. Wir schliessen daraus, *dass die Voltaische Säule eine eigenthümliche, von der äussern Luft unabhängige Wirksamkeit besitzt.* Wir haben viel Sorgfalt angewandt, um uns von diesem Resultate zu versichern, weil einige Physiker angekündigt haben, die Wirksamkeit der Säule höre im luftleeren Raume auf. Die Richtigkeit unfrer Versuche ist nicht zu bezweifeln- *)

Man weiss, dass unter dem Recipienten der Luftpumpe eine geladene electrische Flasche, nachdem der Druck (und der Widerstand) der äussern Luft fortgenommen sind, sich entladet, indem das electrische Fluidum aus der innern Belegung durch den damit verbundenen Haken, nach der äussern Belegung, von der es angezogen wird, in Lichthüscheln überströmt. Sollte sich nicht auch die Voltaische Säule in unserm letzten Versuche von selbst entladen?

*) Nur sind es nicht dieselben Versuche, wie die dieser Physiker. Da die Tuchscheiben Biot's mit *Alaunauflösung*, folglich mit einem Salze, das sich in der Säule zersetzt, genäht waren; so konnte dieses Salz den nach einigen Physikern zur Wirksamkeit der Säule unentbehrlichen Sauerstoff hergeben, wie das in Davy's Versuchen, *Ann.*, VIII, 15, d, und ferner der Fall zu seyn schien. Nur Säulen, die *reines Wasser* zum feuchten Leiter haben, verlieren im luftleeren Raume sogleich ihre ganze Wirksamkeit, (*Annalen*, VIII, 6, c.) d. H.

III.

Vermischte physikalische Bemerkungen,

von

Herrn Prof. PARROT

in Riga,

In einem Briefe an den Herausgeber.

1. Gänzliche Umschaffung der Hygrometrie; neue auf bewährte Versuche gegründete Theorie der wässerigen Meteorre; jetziger Zustand und fernere Bearbeitung der Meteorologie. — 2. Ueber Berthollet's Vertheidigung des Phosphor-Endiometers gegen Hrn. von Humboldt; Parrot's verbessertes Phosphor-Oxygenometer und dessen Gebrauch; eine gasförmige Phosphorsäure; und den wahren Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft. — 3. Wie ließen sich Gewitter unschädlich machen?

Riga im Juli 1801.

Endlich erhalten wir in unsern hyperboräischen Gegenden wieder litterarische Produkte aus dem lieben Deutschland, und also auch einige Hefte Ihrer Annalen. Ich kann Ihnen nicht sagen, wie ihr Inhalt mich nach dieser langen Zeit des Mangels erfreut und erquickt hat. — — Vergönnen Sie mir dagegen das Vergnügen, mich auch meines Theils mit Ihnen und den Lesern der Annalen von einigen Gegenständen, die Ihnen und uns theuer sind, zu unterhalten.

1. *Umschaffung der Hygrometrie; neue Theorie der wässerigen Meteore; jetziger Zustand und fernere Bearbeitung der Meteorologie.*

Man streitet noch über die *ersten Grundsätze der Hygrometrie*, und erfindet noch neue Hygrometer! Wenn meine *Grundzüge einer Theorie der Ausdünstung und des Niederschlags des Wassers in der atmosphärischen Luft* in den Händen des Publicums seyn werden, *) wird sich, hoffe ich, vieles von diesen Streitigkeiten ausgleichen. Ich habe zwar darin die Hygrometrie nur nebenher berührt, aber doch genug davon gesagt, um vielleicht zu einer nähern Erklärung aufgefordert zu werden. Ich habe endlich dort behauptet, daß die Hygrometrie *durchaus ganz umgearbeitet* werden müsse, und daß man nur auf sehr wenige ihrer Data bauen dürfe. Erlauben Sie mir, die Strenge dieses Urtheils über eine Wissenschaft, an deren Spitze de Lüc und Sauffüre sich befinden, zu motiviren.

Auf entscheidende Versuche gestützt, statuire ich in obiger Abhandlung zweierlei Ausdünstungen und Niederschläge, *die physischen* und *die chemischen*. Jene hängen von der Temperatur, diese von dem Sauerstoffgehalte der Luft ab.**) Bei uns giebt es unter

*) Vergl. Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. B. 3, S. 1 — 57. d. H.

**) Herr Prof. Parrot hatte von einerlei Luftart einen Theil über mildem gepulverten Kali, (um kein kohlenfaures Gas dabei zu zersetzen,) sorgfältig

dem Frierpunkte des Wassers keine physischen Dünste, keine Ausdünstung und keinen Niederschlag, son-

getrocknet, einen andern Antheil, (indem er ihn durch Wasser, das mit Luftsäure gesättigt war, durchgehn ließ,) mit Feuchtigkeit möglichst geschwängert. In zwei seiner sehr genauen harmonirenden Phosphor - Eudiometer wurde darauf, in dem einen die *feuchte*, im andern die *trockne* Luft der Einwirkung des Phosphors ausgesetzt. Die Zersetzung des Sauerstoffgas erfolgte in der *feuchten* Luft in einer zwei- bis dreimahl kürzern Zeit, als gewöhnlich, unter Erscheinung vieles grauen Dunstes, und eines starken wässerigen Niederschlags, womit sich der Phosphor und das Eudiometer in dessen Nachbarschaft überzogen. In der *trocknen* Luft ging die Zersetzung noch einmal so langsam, als bei gewöhnlicher atmosphärischer Luft vor sich, ohne grauen Dampf, und ohne wässrigen Niederschlag, wovon sich nur zu Ende der Operation einige kaum bemerkbare Spuren zeigten. Das Barometer stand auf 27" 9^{'''}, das Thermometer auf + 15° R., und nach allen Correctionen, (auch der wegen der gasförmigen Phosphorsäure, wovon weiterhin die Rede seyn wird, und welche Herr Parrot in der angeführten Abhandlung noch nicht mitnimmt, die ich aber hierbei mit in Rechnung gebracht habe,) betrug die wahre Absorption in der *feuchten* Luft 0,25174, in der *trocknen* Luft 0,23138: mithin der Unterschied in beiden 0,02036; ein Unterschied, der sich lediglich aus dem Niederschlage des Wassers aus der feuchten Luft, der es in elastischer Form

sondern jeder Niederschlag, jeder Nebel in dieser Temperatur ist Wirkung einer Verminderung des

Form beigemischt war, ableiten läßt. Nach Saussure's sehr sorgfältigen Versuchen dehnt sich Luft von dieser Temperatur, (doch bei einem beträchtlich geringern Barometerstande, wo sie weniger Feuchtigkeit aufzunehmen vermag,) wenn sie mit Feuchtigkeit geschwängert wird, um $\frac{1}{34} = 0,01852$ ihres Volums aus. Folglich wird beim Zersetzen des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft durch Phosphor, aus ihr alle darin befindliche Feuchtigkeit, (und zwar in Gestalt von grauem Nebel,) und selbst der allerkleinste Antheil von Dunst, (wie der Erfolg in der getrockneten Luft beweist,) niedergeschlagen. Herr Parrot schließt daraus, 1. daß alle Eudiometer, wo die zu prüfende Luft durch Wasser hineingelassen wird, also besonders auch das Salpetergas-Eudiometer,) den Sauerstoffgehalt dieser Luft um 0,2 zu groß angeben; daß man 2. um den wahren Gehalt an Sauerstoffgas in einer Luft zu entdecken, sie auf obige Art vollkommen befeuchten, und von der angezeigten Absorption etwa 0,2 abziehen müsse; 3. daß man mittelst des Phosphor-Eudiometers auch stets den wahren Gehalt einer Luftgattung an Feuchtigkeit entdecken könne, wenn man sie in einem Eudiometer wie sie ist, in einem zweiten mit Feuchtigkeit gesättigt, zersetzt, da der Unterschied der Absorption den absoluten Feuchtigkeitsgehalt giebt; und 4. daß die Gegenwart des Wassers die Oxydation des Phosphors sehr beschleunigt: Folgerungen, welche wir hoffen dürfen in der Eudiometrie, an der Herr Par-

Sauerstoffgehalts. Hingegen gehn die Prozesse der chemischen Ausdünstung unter allen bekannten Temperaturen vor sich.

rot arbeitet, noch weiter bewährt und genauer berichtigt zu finden.

In einigen Flaschen mit natürlich feuchter Luft, in welche *Fliegen* eingesperrt wurden, überzogen sich die Wände mit einem starken Dunstniederschlag, der endlich in Tropfen zusammenfloß, indess in Flaschen ohne Fliegen, auch nicht eine Spur von Niederschlag zu bemerken war. — In einer künstlich geseuchteten Luft von demselben Umfange, die in einer Flasche ohne Fliege ebenfalls keine Spur von Niederschlag gab, bewirkte eine einzige Fliege noch einmahl so viel Niederschlag, als in der natürlich feuchten Luft 5 Fliegen. — Da bei einer Zersetzung der atmosphärischen Luft im Eudiometer durch 12 Fliegen, die darein eingesperrt wurden, ungeachtet des dabei sich bildenden kohlenfauren Gas, doch die Absorption noch 0,015 betrug, so findet dabei wenigstens keine Dilatation der Luft statt, der man die Niederschläge zuschreiben könnte. Man muß mithin schließen, daß der *thierische Lebensprozess* die Dünste aus der atmosphärischen Luft durch die Entziehung des Sauerstoffgas niederschlägt; (diesem allein schreibt Herr Parrot die Feuchtigkeit der ausgeathmeten Luft zu.) — Dasselbe ist der Fall beim schnellen Verbrennen. Zwei *Wachlichter*, deren jedes in $3\frac{1}{2}$ Kubikfuß atmosphärischer Luft, das eine in ziemlich trockner, das andere in künstlich befeuchteter, brannten, erloschen beide nach 18 Minuten, nachdem

Was ist nun die Hygrometrie? Wie wird sich diese Wissenschaft durch die Labyrinth der mannigfaltigen Spiele dieser beiden Prozeß-Gattungen

jedes 28 Gran Wachs verzehrt hatte; dabei entstand in der feuchten Luft ein wenigstens noch einmahl so starker wässriger Niederschlag. — Dafs *glühende Kohlen* auf dieselbe Art behandelt, in beiden keinen Niederschlag zeigten, erklärt sich genügend aus der großen Verwandtschaft der Kohle zur Feuchtigkeit, die daher wahrscheinlich im Augenblicke des Niederschlags von der Kohle verschluckt wurde. — Es läßt sich hieraus schließen, dafs bei allen solchen Oxydationsprozessen, *lediglich die Entziehung des Sauerstoffgas den Niederschlag der Dünste bewirkt.* — Da überdies der Niederschlag in dem rückständigen Gas Monate lang blieb, ohne wieder zu verdunsten; so scheint weder *Stickgas*, noch *kohlensaures Gas*, für sich *Wasser aufgelöst erhalten zu können.* (Schon Fontana hatte bewiesen, dafs Sauerstoffgas mehr als noch einmahl so viel Feuchtigkeit als gemeine Luft aufnimmt.)

Selbst als zwei Flaschen, eine mit *reinem Stickgas*, die andere nur den vierten Theil so große mit *feuchter atmosphärischer Luft*, mit ihren Oeffnungen an einander gebracht wurden, so dafs beide Luftarten auf einander wirken konnten, wurde, ohne dafs eine Trübung vorging, nach $\frac{1}{4}$ St. in letzterer ein wässriger Niederschlag sichtbar, der allmählig zunahm, nach einigen Stunden aber wieder völlig verschwunden war, und sich in etlichen Tagen nicht wieder zeigte, ungeachtet die Temperatur immer unverändert von

winden? Die einzige Aufgabe, (freilich diejenige, deren Auflösung alle Gesetze dieser Wissenschaft

10° R. blieb. (Wurde statt der atmosphärischen Luft feuchtes Sauerstoffgas genommen, so war der Erfolg derselbe, nur beträchtlich schneller, und der Niederschlag etwas beträchtlicher.) — Mit hin reicht schon die bloße Entziehung des Sauerstoffgas, auch ohne daß dadurch eine eigentliche Oxydation hervorgebracht wird, hin, den Dunst niederschlagen, der sich nachher in dem mit Sauerstoffgas verbundenen Stickgas der andern Flasche wieder auflöste. Und daraus folgt, daß die atmosphärische Luft nur vermöge ihres Sauerstoffgehalts Wasser aufgelöst enthalten kann, und zugleich die Wirklichkeit eines chemischen Dunstes.

Was den physischen Dunst betrifft, so zeigte sich dadurch, daß auch in der zeretzten, alles Sauerstoffgas beraubten Luft, (die, nach den vorigen Versuchen zu urtheilen, gar kein Aufenthalt für Dünste zu seyn schien,) bei Erwärmung oder Erkältung der Seite des Glases, die niedergeschlagenen Dünste immer alle an die kältere Seite sich ansetzten, (indem sie bei Vermehrung ihres freien Wärmestoffs, oder bei Verminderung des Drucks der sie umgebenden Luft durch Erkältung, ihre Dampfgestalt wieder annehmen, und sich an die kältern Stellen niederschlagen,) daß reines Stickgas und kohlensaures Gas den Wasserdünsten zum Durchgange von einer Seite des Gefäßes zur andern dienen müßte, so gut als die Torricellische Leere. — Als Herr Parrot eine Flasche mit reinem Stickgas, das mit Wasser geschüttelt worden, und eine ähnliche mit künstlich gesau-

liefern muß,) die Quantität und die Qualität des in einer gegebenen Luftportion enthaltenen Wassers

teter atmosphärischer Luft von $+ 15^{\circ}$ R. durch eine frosterzeugende Mischung von Eis und Kochsalz bis auf $- 13^{\circ}$ erkältete, zeigte sich in beiden Flaschen ein Niederschlag, (in letzterer etwas stärker,) ohne sichtbaren Dunst, weder beim Niederschlagen, noch beim Wiederverdünsten als die Flaschen zur ersten Temperatur zurückkamen. Der Niederschlag mochte nur $\frac{1}{10}$ dessen seyn, den die Oxydation befeuchteter Luft bewirkt, zeigte sich bei 0° schon in derselben Menge als bei $- 13^{\circ}$, fror in starker Kälte wie ein zarter Reif an, und zeigte sich auf dieselbe Art auch in allen Rückständen der durch Oxydations-Prozesse zeretzten atmosphärischen Luft, wo das zuvor bei der Oxydation niedergeschlagne Wasser zuletzt als eine strahlige Eiskruste anfror. In den nicht-zeretzten Luftarten entstand bloß der feine Reif, aber keine Eiskruste; und in dem Phosphor-Eudiometer änderte sich beim Niederschlage dieses Reifs der Stand des Quecksilbers in der Skalenröhre nicht; ein Beweis, daß es bloß ein mechanisches Niederfallen ist.

Hieraus schließt Herr Parrot, daß in feuchter und trockner atmosphärischer Luft, so wie in reinem oder mit Phosphor oder Kohlensäure gemischtem Stickgas ein Antheil Wasserdunst unauflöslich enthalten ist, der bloß durch den freien Wärmestoff seine Dunstgestalt hat, und der Menge nach etwa $\frac{1}{10}$ des chemischen Dunstes beträgt; daß sie diesen physischen Dunst spätestens bei einer Temperatur von 0° R. fallen lassen, ohne daß eine grö-

zu bestimmen, ist nun sehr verwickelt, kann aber jetzt aufgelöst werden, welches bei unsern vorigen Kenntnissen unmöglich war.

Isere Kälte, (weder in zeretzter noch unzeretzter Luft,) weiter einen Niederschlag bewirkt, und dafs diese durch Wärmestoff erzeugten Dünste weder die Luft trüben, so lange sie nicht mit ihnen übersättigt ist, noch ihr Volum vergrößern. Dafs endlich die *chemischen*, (in der atmosphärischen Luft aufgelösten,) *Dünste*, sich durch keine Erkältung aus ihr niederschlagen, da bei einer Erkältung von 28° , aus atmosphärischer Luft und Stickgas gleich viel Niederschlag erfolgte. Höchstens erhöht die Gegenwart des Sauerstoffs in jener die Fähigkeit des Stickgas ein wenig, Dunst durch Wärmestoff aufzunehmen.

Den grössten Theil ihres Dunstes enthält die Luft *chemisch*, im Sauerstoffgas aufgelöst, und also nach Maafsgabe ihrer chemischen Grundmischung, ihres Sauerstoffgehalts. Er expandirt sie mehrentheils um $\frac{3}{4}$ ihres Volums, und wird durch Temperatur-Veränderungen nicht merklich afficirt. — Der in der Luft nicht aufgelöste *physische* Dunst wird blofs vermöge des Wärmestoffs in ihr schwebend erhalten, und diese physische Ausdünstung ist eine bloße Aufnahme der durch den Wärmestoff losgerissenen Wassertheilchen. Beide Auflösungen haben ihren eignen Sättigungspunkt und scheinen in vielen Fällen von einander unabhängig zu seyn. Der physische beträgt höchstens $\frac{1}{10}$ des zur Sättigung der Luft nöthigen chemischen Dunstes, und kann daher nur $\frac{1}{10}$ gewisser wässriger Meteore erklären. Durch Ent-

Das in der Luft vermöge der *chemischen* Ausdünstung enthaltene Wasser ist in der Gestalt einer beständig elastischen Flüssigkeit da, von je-

ziehung des Wärmestoffs wird er niedergeschlagen, und zwar bis zum Frostpunkte ganz und gar, so daß unter dem Eispunkte kein physischer Dunst mehr in der Luft bleibt, daher in dieser Temperatur jeder Niederschlag als Nebel erscheinen muß, da es an Wärmestoff fehlt, ihn durchsichtig zu machen. Oxydationen und Desoxydationen wirken auf ihn gar nicht. — „Wie er in der Luft schwebend erhalten wird, darüber ist es nicht nöthig, sich auf Hypothesen einzulassen und neue Vesicular-Systeme zu erfinden: genug, daß genaue Erfahrungen ausweisen, daß solche Dünste in jeder Luft, in jedem Gas, ja sogar ohne Luft bestehn können; daß ihre specifische Schwere vom äußern Drucke, (mithin vom Grade der Elasticität,) der Luft, in der sie schweben, abhängt, weshalb sie sich bei jeder Elasticität der Luft durchsichtig erhalten können, sogar in höhern kältern Regionen, wo der geringere Luftdruck den Verlust an Wärmestoff, wo auch nicht ganz und immer, doch zum Theil und in sehr vielen Fällen compensirt.“ [Ob alle Physiker dieses als annehmbar einräumen werden? Vergl. *Annalen*, IV, 314.] „Eben diese bald ganz, bald nur zum Theil erfolgende Compensation erklärt ohne Zwang die *heitere Luft* und die *leichtern nebelartigen Wolken*, die in der Atmosphäre vorkommen.“ — „Da nach dieser Ansicht“, (bemerkt Herr Parrot an einer andern Stelle,) „die Dünste sich allerdings in jeder hinlänglich schweren

dem bekannten Drucke, von jeder bekannten Temperatur unabhängig, und kann nur durch die Zer-

Gasart, bloß durch die Wirkung des Wärmestoffs erheben, aber nur durch ihre Verwandtschaft zum Sauerstoffgas in eine Gasart verwandeln können; so wäre hierdurch die *de Lücſche* mit der *Sauſſürſchen Theorie* vereinigt, und zwar mit Hebung aller *de Lücſchen* Einwendungen, welche immer nur auf die Entstehung der Dünste Bezug haben.“

Die Bildung des *chemischen Dunſtes* hält nämlich Herr Parrot für eine wahre *Oxydation*, welche fast in allen Umständen mit den meisten Metall-Oxydationen übereinzustimmen scheine. So wie das Sauerstoffgas festes Metall aufzulösen vermag, so greife es durch seine chemische Kraft auch Wasser in fester Gestalt, *Eis*, an, sey dieses noch so kalt, und sättige sich damit, (woraus die bekannte Verdunstung des Eises begreiflicher werde, als wenn man sie, nach der bisherigen Vorstellungsart, dem Wärmestoffe zuschreibe, der dann, zu einer Zeit, wo er Eis nicht einmahl in flüssiges Wasser zu verwandeln vermöge, doch Eisdämpfe müßte bilden können; [man vergl. indeß hierüber *Annalen*, II, 268, 269, und V, 354.] und nach der wir im Winter lauter gefrorne Ausdünstungen, d. h., einen stets mit Schneeflocken geträubten Himmel, ganz gegen alle Erfahrung haben müßten.) So wie sich Metalle in flüssiger Form leichter als in fester oxydiren, so löse auch das Sauerstoffgas das flüssige Wasser schneller als festes auf, (ungeachtet vermeintlicher Erfahrungen für das Gegentheil;) eben so wenig als bei den meisten Metall-Oxydationen, bilde sich bei

setzung des Sauerstoffgas niedergeschlagen werden, wird es aber durch jede Zerfetzung dieses Gas.

dieser Wasseroxydation eine Säure, und so wie die Metalle, so werde auch das Wasser durch Phosphor, Kohlenstoff u. s. w. desoxydirt. — Herr Parrot ist geneigt, zu glauben, daß das *Sonnenlicht* zu der Auflösung des Wassers in Sauerstoffgas, doch nicht zur Erhaltung dieses Zustandes, nöthig sey, (wie das Zerstreuen der Nebel durch Sonnenlicht, und die vielen Räthsel der nächtlichen Phänomene, die unter dieser Voraussetzung glücklich zu lösen wären, ihm anzudeuten scheinen;) bedient sich jedoch dieses noch unerwiesenen Umstandes, (den Graf Rumford wenigstens nicht zugeben würde, *Ann.*, II, 268,) mit Recht, nicht zu seinen Erklärungen der wässrigen Meteore, um keine bloße Hypothese mit hinein zu flechten.

Dieser Theorie gemäß, macht sich Herr Parrot von dem ganzen *Geschäfte der Ausdünstung, des Niederschlags, und der Bildung der Nebel und Wolken im Luftkreise* folgende Vorstellung, bei der er, wie er sagt, nur noch die bekannten und hinlänglich bewährten Erfahrungen, daß Ausdünstung des Wassers *Kälte*, Niederschlag *Wärme*, (wenn auch nicht für unsre Empfindung,) erzeugt; daß bei jeder Verwandlung des Wassers in Dunst, und umgekehrt, Volta's Versuchen gemäß, *Electricität* thätig ist, und zwar in beiden Prozessen entgegengesetzte; und daß *Electricität* das Sauerstoffgas zersetzen kann, zu Hülfe nimmt.

Ausdünstung, Bildung von Nebel. Eine noch nicht physisch und chemisch mit Dünsten gesättigte Luft-

Das in der Luft vermöge der *physischen* Ausdünstung enthaltene Wasser ist nicht im beständig

schicht, welche mit einer Wasser- oder Eisfläche in Berührung kömmt, löst mittelst ihres Gehalts an Sauerstoffgas Wassertheile auf: diese vertheilen sich nicht nur, wie bei allen Auflösungen, allmählig in die nächsten Schichten aufwärts; sondern die chemische Ausdünstung macht auch die untersten Luftschichten specifisch leichter, (freilich höchstens um 0,01,) und bewirkt dadurch einen schwachen Zug der Luft nach oben, welcher den in den Temperaturen über 0° zugleich an der Wasserfläche entstehenden physischen Dunst mit in die Höhe nimmt und in die obern Luftregionen vertheilt. Die Dünste steigen also chemisch und mechanisch an, und können jede Höhe erreichen. (?) — *Nebel*, die am Tage langsam in einer beträchtlichen Ausdehnung entstehn, haben, wenn sie sehr leicht sind, ihre Ursach in einer Erkältung, die den physischen Dunst niederschlägt; sehr starke, denen keine Kälte vorhergeht, sind dagegen chemische Niederschläge, und haben ihren Grund in einer Verringerung des Sauerstoffgehalts der Luft, wozu auf der Erdoberfläche hinreichende Ursachen sind. So lasse sich unter andern der große Nebel, der auf die Zerstörung Calabriens folgte, genügend durch die damaligen großen Zersetzungen durch vulkanische Auswürfe erklären, [und die Wassergüsse zu Ende vulkanischer Ausbrüche, über deren Entstehn man noch in Streit ist, *Annalen*, V, 447, und VI, 75.] *Partielle Nebel*, die zuweilen im Sommer unmittelbar vor Sonnenuntergang oder nach Aufgang der Son-

elastischen Zustande, nicht einmahl in Dampfgestalt da. Der Niederschlag desselben erzeugt keine Vo-

ne über Wäldern, Seen oder Morästen entstehen, und das Charakteristische haben, daß sie die Oberfläche, über der sie entstehen, nicht, (so wie die nächtlichen Nebel,) berühren, sondern gleichsam auf einer durchsichtigen Unterlage schweben, und anfangs nur stellenweise über der Fläche sich zeigen, sind ein physischer und chemischer Niederschlag zugleich, der dicht an der verdunstenden Fläche von dem Sauerstoffgas verschluckt wird, das sich aus ihr, so lange die Sonne scheint, und noch einige Minuten nachher entbindet, der alsdann aber auch ganz nahe an der dünstenden Oberfläche sichtbar wird. Es scheint dann, als wenn sich der Nebel senkt. Das Umgekehrte erfolgt öfters bei Sonnenaufgang.

An warmen Frühlings- und Sommertagen dünst die Erde ungemein stark aus. Bei *Nacht* aber, wo die Pflanzendecke, die bei Tage Sauerstoffgas in Menge aushauchte, kohlenfaures Gas hergiebt, nimmt die Ausdünstung ab, und die als Nebel sich niederschlagenden Dünste können nicht ansteigen, weil sie, mit Luftsäure vermisch, specifisch schwerer als die übrige Luft sind, daher sie dann die niedrige Atmosphäre erfüllen. Bei Tage stellt die erneuerte Sauerstoffgas-Erzeugung die chemische Ausdünstung wieder her, welche die untere Luft elastischer macht; auch wird diese wärmer. Daher findet bei Tage ein beständiges Aufsteigen des Sauerstoffgas mit den Dünsten statt, und die Anhäufung desselben in den Wolkenregionen, (die sich auch dadurch bewährt, daß

lums-Veränderung in der Luft. Es ist in einem Zustande, der etwa die Mitte zwischen dem tropfbaren

die Luft in diesen höhern Regionen durchgängig trockner als in der Tiefe ist,) macht, daß das den Sommer über immer so fortgehn könnte, ohne daß eine Trübung entstände, würde nicht endlich die obere Luftregion mit Electricität überladen.

Bildung und Zersetzung von Wolken. Wird der Oxydations-Prozess irgendwo vermehrt, so verliert die ganze Luftsäule in dieser Gegend an Sauerstoffgas und an Capacität für Dünste; und dauert dieses eine Zeit lang fort, so wird sie chemisch mit Dünsten übersättigt, die sich in physischen Dunst verwandeln, (ist die Atmosphäre damit noch nicht gesättigt,) oder schon als Niederschlag die Luft trüben. Diese physischen Dünste steigen in die höhern Luftregionen, wo sie sich, vermöge ihres Wärmestoffs, erhalten, bis, etwa in der nächsten Nacht, eine kältere Temperatur eintritt; die sie ganz niederschlagen. So entsteht ein Anfang von Wolken und der sogenannte graue Himmel; ein Prozess, der durch die Winde, je nachdem sie eine an Sauerstoff mehr oder minder reiche Luft herbeiführen, gestört und unregelmäßig gemacht wird, und der, wenn er anhält, endlich dicke Wolken bilden muß. — Jedes sich bildende Dunsttheilchen entzieht der Erde *Electricität*, daher die Wolken und die mit Wasserdünsten geschwängerte Atmosphäre in der Wolkenregion Behältnisse von thätiger Electricität seyn müssen, wie dieses auch die Erscheinungen und Versuche beweisen. Vielleicht, daß diese Ele-

und dem elastischen hält. Das Wasser ist nicht die einzige Substanz, welche einen solchen Zustand an-

ctricität auch durch Modificationen des Sauerstoffgehalts oder der Temperatur der Luft erzeugt wird. Sind die obern Luftregionen endlich überladen, so kommt es zu Entladungen und Ueberströmen der Electricität. Jede solche Entladung, so wie jeder allmähliche Uebergang der Electricität, zersetzt aber, nach Herrn Parrot's Vermuthung, (die indess sorgfältiger zu bekräftigen seyn möchte.) Sauerstoffgas, und diese Zersetzungen sind es, welche nach ihm *alle grossen und plötzlichen Wassermeteore* bewirken, so wie die andern Zersetzungen des Sauerstoffgas auf der Oberfläche der Erde, die *kleinern und langsamern Wassermeteore* erzeugen.

Regen und Gewitter. Der Niederschlag, den die erste zufällige Entladung, vielleicht tief am Horizonte, bewirkt, sey auch nur ein Pünktchen, so wird doch bei diesem Niederschlage der Dünste die entgegengesetzte Electricität frei. Daher erneuern sich die Entladungen, und folgen einander immer schneller. Der Niederschlag verdickt sich nun zur Wolke, welche rings um sich die Luft entladet und Sauerstoffgas zersetzt. Bald kann sie nicht mehr schweben, läßt Tropfen fallen; und da der Prozeß sich immer mehr erweitert, je mehr sie anwächst, so ist bald der ganze Horizont in Wolken und Regen gehüllt. Die Luft verliert durch Zersetzung ihres Sauerstoffgas und durch Niederschlag der chemischen Dünste beträchtlich an Volumen; daher strömt die Luft aus den benachbarten Gegenden herbei. (Ent-

nimmt. Davon hat mich mein häufiger Umgang mit dem *Phosphor* überzeugt. Dafs der *Phosphor* sich im

hielte auch jeder Kubikfuß Luft bis zu einer Höhe von 1 deutschen Meile über der Erdoberfläche; Gran Wasser, und gäbe bei einem Regen diesen ganzen Wassergehalt her, (beides ist gewifs nie der Fall,) so würde das doch nur 1,607 par. Zoll Regen für die senkrecht darunter liegende Erdoberfläche geben, indess starke Platzregen und Wolkenbrüche die Erde mit weit mehr Wasser bedecken.) — Geht zugleich in der Nachbarschaft ein ähnlicher Prozeß vor, so nähern sich dann die Wolken zugleich mit der sie umgebenden Luft, und die Entladungen verdoppeln sich im Zwischenraume, unter den Symptomen eines *Gewitters*, da denn die benachbarte Luft mit Orkansgewalt zum Orte dieser schnellen Zersetzungen herbeistürmt. Beide Gewitterwolken haben gleiche Electricität, aber die Luft um sie die entgegengesetzte; daher das Aufhören der Blitze beim Zusammentreffen beider Wolken, in den sich berührenden Stellen. — Bei diesem Prozesse leidet das einzige Stickgas keine Veränderung; es ist der Schauplatz dieses Kampfs, der so lange fort dauert, bis endlich eine isolirende Hülle von Stickgas sich rings um die Wolken angesammelt hat, und dadurch dem zuströmenden Sauerstoffgas der Zugang zum Orte der Zersetzung versperrt wird. Da dieser Prozeß die benachbarte Atmosphäre plündert, so kann sich dabei auf eine Quadratmeile der Erde leicht das Wasser aus hundert Kubikmeilen Luft ergießen; daher man, um Wolkenbrüche zu erklären, nicht zu einer Synthesis

reinen Stickgas volatilifire, ist, besonders seit dem Göttingischen Streite über das Leuchten des Phos-

des Wassers in der Atmosphäre seine Zuflucht zu nehmen braucht, wozu das Wasserstoffgas sich nicht leicht herbei erklären läßt. — Dieser Prozeß nicht rasch, und daher nicht von mächtigen Ausbrüchen, (oder überhaupt von gar keinen Explosionen,) begleitet, erzeugt den *müßigen anhaltenden Regen*, der, wie die Erfahrung lehrt, stets mehr oder weniger Electricität zeigt, je nachdem er schneller oder minder schnell entsteht. — Gewitter ohne Regen finden wahrscheinlich nie statt, es müßte sich denn Electricität ohne Dünste in der Atmosphäre anhäufen können, welches aber noch nicht erwiesen ist. Fällt der Regen nicht gerade da, wo das Gewitter ist, so empfängt ihn doch eine andere Stelle, wohin der Wind ihn treibt.

Der beim Regen aus der Luft sich abscheidende *Sauerstoff* verbindet sich nicht etwa mit der electricischen Materie, deren Geschäft bei dieser Zersetzung Herr Parrot lediglich darein setzt, den Wärmestoff zu binden, der den Sauerstoff in Gasgestalt erhält; sondern es tritt, wie in den Priestleyischen Versuchen, (wo das mit Lackmus gefärbte Sperrwasser sich röthete,) mit dem Wasser in Verbindung, zu dem es schon in Gasgestalt so viel Verwandtschaft hatte, und kömmt mit dem Regen zur Erde. Daher der große Nutzen des Regenwassers und des Schnees für die Pflanzenwelt, die darnach weit besser, als nach künstlichem Begießen gedeihet, und der sich, besonders seit Inghoufs's Versuchen, der Electricität nicht zuschreiben läßt. Und so erscheint durch

phors, bekannt; überdies habe ich durch mein Eudiometer bemerkt, daß der Niederschlag für sich
keine

diese! Theorie der Prozeß der Wassermeteore, als das Circulationsmittel nicht nur des Wassers, sondern auch des Alles belebenden Sauerstoffs; und so wird das noch unerklärte Phänomen begreiflich, *wie einestheils der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre nie sehr beträchtliche Veränderungen leidet, und wie anderntheils die Pflanzen eine so große Menge Sauerstoffgas aushauchen können*, ohne daß man in ihnen eine unerwiesene, bloß aus Noth angenommene Zerlegung des Wassers, sich zu denken gezwungen sey.

„Ist gleich“, sagt Herr Parrot, „diese kurze Darstellung meiner Theorie nicht hinlänglich, alle meteorologische Phänomenen in ihrem Detail und ihrem Zusammenhange zu erklären; so bin ich doch überzeugt, daß nur eine sorgfältigere Bearbeitung der Theorie erforderlich wäre, um durch sie alles genügend zu erklären. Ich bedaure es, daß meine Entfernung von dem deutschen gelehrten Publicum mir die Theilnahme an der fernern Ausbildung dieser Theorie so sehr erschwert, so daß ich dieses beinahe ganz der Thätigkeit und Liberalität der deutschen und französischen Naturforscher überlassen muß. Ihnen übergebe ich meine Arbeit mit allen Mängeln zur Prüfung. Das Einzige, was ich mir bei der Würdigung derselben erbitte, ist, daß man den bisherigen hygrometrischen Versuchen und den Beobachtungen mittelst der papiernen Drachen nicht zu viel traue, sondern lieber
die

keine Volumsveränderung bewirkt, und daß er durch Verminderung der Temperatur verursacht wird. Man muß demnach annehmen, daß die Wirkung des freien Wärmestoffs auf diese Substanzen sie so fein zertheile, daß ihre Theile in die Zwischenräume der Luft aufgenommen werden können, und daß sie daraus niederfallen, sobald eine Verminderung der Temperatur oder sonst eine andere Ursache diese Zwischenräume enger macht.

Ob der physische Wasserdunst die Durchsichtigkeit der Luft vermindere, oder ob diese Vermin-

die letztern wiederhohle, und die Hygrometrie ganz neu bearbeite.“

Möchte dieser sehr concentrirte, aber vollständige Auszug aus Herrn Parrot's Grundzügen seiner Theorie etwas dazu beitragen, die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf dieses scharfslinnige System zu lenken, mit dem sich die Ausichten zu der wahren *Chimie météorique* zu öffnen scheinen, welche Fourcroy, (*Système des connoiss. chimiques*, T. 1, p. 7,) mehr im prophetischen Geiste, als daß sie schon in der Wirklichkeit da wäre, (*aucun auteur a encore parlé de cette espèce de chimie, et elle n'a été créée que depuis quelques années*.) als zweite chemische Disciplin aufführt, zu der die bisherigen *immenses suites d'observations météorologiques, qui surchargent nos bibliothèques*, nach ihm ganz unnütz sind. Das Licht, welches gegenwärtiger Aufsatz des Herrn Parrot über die viel bestrittne Hygrometrie und die nicht minder schwankende Eudiometrie verbreitet, scheint wenigstens diese Hoffnungen zu rechtfertigen. d. H.

derung immer Anzeige eines Niederschlags sey, ist noch nicht ausgemacht. Bei sehr heiterer Luft bemerkt man hygroskopische Phänomene und Refractionen, welche nicht leicht etwas anderm als dem physischen Dunste zugeschrieben werden können. — Indels, was ist heitere Luft? Wo das Instrument, das den Grad ihrer Durchsichtigkeit mässe?

Die wahre Hygrometrie stützt sich also auf die Kenntniss des physischen und des chemischen Dunstes. Hierbei ist zu bemerken, dass alle bisherige Eudiometer, welche geradezu Wasser oder doch befeuchtete Substanzen erfordern, zur Entdeckung der chemischen Ausdünstung und ihrer Messung unfähig sind; sondern dass das Phosphor-Eudiometer, (Oxygenometer,) allein dieses leisten kann. Daher lag die Meteorologie bis auf die Erfindung dieses Instruments in einem Meere von Widersprüchen verfunken.

Unsre obige *Hauptaufgabe muss auf folgende Art aufgelöst werden*: Einen Theil der vorgelegten Luft muss man mit Wasser vollkommen sättigen, und dann mit dem Phosphor-Oxygenometer behandeln; einen zweiten Theil der nämlichen Luft aber, so wie er gegeben wird, mit dem nämlichen Instrumente prüfen. Der Unterschied an der Scale des Instruments giebt die Menge des chemischen Dunstes an, welche die vorgelegte Luft zu ihrer Sättigung brauchte. (Vergl. S. 169, Anm. 3.) Durch Aufhängung eines feuchten Lappens in dieser Luft, und Abwägung desselben vor- und nachher, würde man

nicht die Menge des noch aufgenommenen chemischen Dunstes allein erhalten, sondern auch des physischen. Der physische Dunst wird durch die sogenannten hygroskopischen Substanzen nicht gemessen, nur angezeigt, besonders, da man nicht weiß, ob alle solche Substanzen, oder nur einige, allen physischen Dunst niederschlagen, und da ihre wirkliche und scheinbare Wirkung von der Temperatur abhängt. Man muß also, um den physischen Dunst zu messen, zu andern Mitteln seine Zuflucht nehmen. Ein solches Mittel ist die eben erwähnte Abwägung der Wassermenge, welche die Luft überhaupt noch aufnehmen kann. Eine sehr empfindliche Wage wird dieses verrichten; aber beides zugleich, die physische und chemische Ausdünstung liefern. Da die Behandlung mit dem Phosphor-Oxygenometer die chemische Ausdünstung allein gemessen hat, so wird die Menge des noch aufgenommenen physischen Dunstes dem Unterschiede der Resultate der Wage und des Oxygenometers gleich seyn.

Um auf die Menge des in der Luft enthaltenen physischen und chemischen Dunstes aus diesen Versuchen zu schließen, müssen Fundamental-Versuche vorangegangen seyn, welche diese Mengen für den Punkt der Sättigung angeben. Für den chemischen Dunst ist diese Arbeit schon angefangen. Ich habe schon in meiner Theorie bestimmt angegeben, wie groß die Menge des chemischen Dunstes für einen gewissen Sauerstoffgehalt war. (Vergl. S. 168, Anm.) Man muß nur noch durch Vervielfältigung

dieses Versuchs mit Luft von verschiedenem Oxygen-gehalte das Gesetz genauer bestimmen, welches aus dem Sauerstoffgehalte der Luft das Maximum ihres möglichen Gehalts an chemischem Dunste anzeigt. Dann wird eine genaue Abwägung der Ausdünstung eines feuchten Lappens bis zur Sättigung, das Maximum des Wassergehalts überhaupt, und der Unterschied dieser beiden Resultate, das Maximum des physischen Dunstes anzeigen. Aber diese Abwägung muß für alle Temperaturen von 0° bis 80° besonders vorgenommen werden. Vielleicht würde solche Abwägung von 5 zu 5 Graden hinreichen, um eine Formel zu finden, mittelst welcher man für jeden Grad und jedes Zehntheilchen eines Grades dieses Maximum berechnen könnte, und daraus ließen sich dann Tabellen für den praktischen Gebrauch construiren.

Diese letztere Arbeit zu übernehmen, ist schon lange mein Voratz; war es schon vor der Entdeckung des chemischen Dunstes. Seit zwei Jahren erwarte ich eine Wage, welche zu diesen Versuchen besonders geschickt seyn wird; der Herr Prof. Schrader in Petersburg hat die Ausführung derselben gütigst übernommen, konnte aber, aus Mangel an Gehülfen, sie noch nicht liefern. Sie ist überhaupt zu meteorologischen Untersuchungen besonders aptirt, daher werde ich sie eine *meteorologische Wage* nennen. *)

*) Zwar lassen sich die *chemischen Dünste* durch die

Dieses Wenige über die Auflösung der Hauptaufgabe der Hygrometrie zeigt, daß diese Wissen-

gewöhnlichen hygrometrischen Substanzen, als: Darm, Haar, Holz, Elfenbein, Fischbein, Habergranne u. s. w., nicht niederschlagen; aber reiner Kalk und Salze könnten unter gewissen Bedingungen auch für sie gute hygrometrische Substanzen werden. Ob der *Lowitzsche* Thonschiefer und der *Lüdicke'sche* künstliche Schiefer bloß den physischen oder auch den chemischen Dunst anziehen und niederschlagen, weiß ich nicht. *Leisten diese beides, und zersetzen dabei auf keine Art die atmosphärische Luft*, so könnten sie in Röhrform gebildet, und in einem Gefäße, wie mein Oxygenometer, ein sehr gutes und bequemes Instrument zum Maasse des chemischen Dunstes abgeben, welches in *dieser* Hinsicht die kostbare Wage entbehrlich machen würde. Ich denke mir nämlich eins meiner gewöhnlichen Phosphor-Oxygenometer ohne Phosphor, nur die Scalentröhre gegen das Absorptions-Gefäß in einem solchen Verhältnisse, daß sie etwa nur 0,04 des ganzen Raums enthielte, und also bei einer nicht übermäßigen Länge noch die 0,0001 bezeichnen könnte. Dieses Instrument fülle man mittelst eines kleinen Blasebalgs mit der atmosphärischen Luft, die man prüfen will, versenke einen *Lüdicke'schen* rohrförmig gebildeten Stein darein, verschliesse und tauche das Instrument in Quecksilber. Da nur der chemische Dunst auf das Volum der Luft Einfluß hat, so gäbe das Instrument dessen Niederschlag in 0,0001 seines vorigen Volums an. Einige wenige Fundamentalversuche mit einer sehr empfind-

schaft eine ganz neue, leider! sehr mühsame Behandlung erfordert, und es ist nicht abzusehen, daß man je mit weniger Arbeit auskommen wird, denn die Wirkungen der zweierlei Arten des Dunstes sind außerordentlich von einander verschieden. In medicinischer Rücksicht scheint der *physische* Dunst der wichtigere zu seyn, besonders jetzt, bei dem fast allgemein herrschenden nervösen Charakter der Fieber. Der Niederschlag desselben wirkt sehr nachtheilig auf die Haut, indem er die Wärme-Leitungsfähigkeit der Luft sehr erhöht und allmähliche, fast unmerkliche, aber anhaltende Erkältungen bewirkt. Auf der andern Seite erschwert dessen gänzlicher Mangel die Luftzerletzung durch die Haut und die Lunge. Daher die Schwächung dieser beiden wichtigen Organe bei anhaltend starken Frösten, welche den physischen Dunst ganz niederschlagen, die äußere Luft dadurch sehr austrocknen, und die geheizte Zimmerluft zu einer Art von Siroccoluft machen, weshalb ich schon vor zwei Jahren den Vorschlag gethan habe, in solchen Fällen nasse Lappen in den Zimmern aufzuhängen, um die Zimmerluft zu befeuchten. — Weniger wichtig für die Organisation scheint der *chemische* Wassergehalt der Luft zu seyn, außer in so fern er eine Anzeige des Sauerstoffgehalts ist. Desto wichtiger aber ist seine Rolle in

lichen Wage würden das Verhältniß zwischen Volum und Gewicht ein für allemahl bestimmen.

den wässerigen Meteoren. Ohne ihn ist kein einziges derselben erklärbar. Deswegen glaube ich, daß man von nun an die beiden Dunstgattungen in allen Versuchen, sie mögen diesen oder jenen Zweck haben, durchaus unterscheiden, und also die obige weitläufige Arbeit sich gefallen lassen muß. Was den Naturforscher etwa hierüber trösten kann, ist, daß diese Arbeit ihm zugleich den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre anzeigt.

Dieser Blick über die Hygrometrie führt mich zu einer schnellen Uebersicht des Zustandes der Meteorologie, wenigstens des möglichen Zustandes derselben. Wie groß und vielfältig sind jetzt nicht ihre Mittel! Die *Thermometer* haben bei ihrer Einfachheit eine Vollkommenheit erhalten, die bei den alltäglichsten Beobachtungen die Zehnthelchen der 80theiligen Grade anzeigt. Die *Barometer* haben in der Gestalt des de Lüc'schen Heberbarometers eine Genauigkeit erhalten, welche kaum noch Wünsche übrig läßt, und an bequemer Einrichtung derselben zu verschiednen Absichten wird noch täglich gearbeitet. Das *Manometer*, wenn man nur den zu wägenden Körper groß, und die Wage empfindlich genug macht, wird eine verhältnißmäßige Genauigkeit erhalten. Das *Phosphor-Oxygenometer* giebt bis zum tausendsten Theile den Sauerstoffgehalt der Luft an, und kann in größerm Formate noch mehr leisten. Dessen Combination mit einer empfindlichen *Ausdünstungswage* wird den doppelten Wassergehalt der Luft genau anzeigen. Mein

Gasoxymeter, *) (Luftsäuremesser,) giebt ihren luftsauren Gehalt in $\frac{1}{4800}$ des Luftvolums an. Der von Landriani erfundene, von mir verbesserte *Anemograph* bestimmt für jeden Augenblick eines ganzen Tages die Richtung des Windes, und ohne grofse Mühe ließe sich ein *Anemometer* erfinden, das Tag und Nacht dessen Geschwindigkeit mäfse.

Die jetzige Physik kann also von der Luft ihre Temperatur, ihre Elasticität, ihre specifische Schwere, ihren Gehalt an Sauerstoffgas, an Luftsäure und Wasser, ihre Feuchtigkeit, die Richtung und Geschwindigkeit ihrer Ströme, mit befriedigender Genauigkeit messen. Wie schätzbar, nicht nur für die Witterungslehre, sondern auch für die physikalische Gesundheitslehre, wäre nicht eine vollständige, ununterbrochen fortgesetzte Reihe von solchen Versuchen über die Luft, nicht bloß an einem Punkte der Erdoberfläche, sondern, wenigstens für jetzt, auf verschiedenen Punkten eines Meridians und eines Parallelkreises, die Europa durchkreuzen, angestellt! Aber dieses Geschäft muß nicht mehr Nebensache der Naturforscher, oder Zeitvertreib gut meinender Müßiggänger seyn, sondern es ist würdig, die ernsthafteste Beschäftigung sachkundiger Männer zu werden. Ja, diese Beobachtungen sind

*) Vielleicht werde ich noch diesen Sommer oder Herbst dieses Instrument, das sich von dem Humboldtischen Anthracometer völlig unterscheidet, beschreiben. P.

so mannigfaltig, erfordern so viel Zeit und Aufmerksamkeit, daß sie billig die einzige Beschäftigung der Männer, die sich ihnen widmen wollen, werden sollte. Wird nicht der goldene, so schwer errungene Friede die schöne Idee der Manheimer Societät erweitern, vervollkommen und in der That realisiren? Die Reducirung eines einzigen Regiments würde die Kosten dieser wahrhaftig humanen Anstalt reichlich liefern.

2. *Ausgleichung der Streitigkeiten über das Phosphor-Eudiometer; Parrot's verbessertes Phosphor-Oxygenometer und dessen Gebrauch; eine gasförmige Phosphorsäure; wahrer Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft.*

Endlich tritt aufser mir noch ein Ritter des Phosphors auf. Berthollet *) vertheidigt dessen reine, vollkommene, unbefleckte Liebe zum Oxygen gegen die abscheulichen Verleumdungen des Riesen Humboldt. **) Möchte doch dieser Streit ganz

*) *Annalen*, B. V, S. 341 f. (Man vergl. auch *Ann.* I, 508.) d. H.

**) In seinem *Mémoire sur la combinaison ternaire du Phosphore, de l'Azote et de l'Oxygène, ou sur l'existence des Phosphures d'Azote oxydés*, in den *Annales de Chimie*, t. 27, pag. 141, übersetzt in *Scherer's Journal der Chemie*, B. 1, S. 573. Herr von Humboldt zieht hier aus seinen Versuchen, die er in Paris, Baireuth u. s. w. mit Phosphor angestellt hatte, das Resultat: daß, wenn man

und allein für die Ehre des Phosphors geführt werden! Meine Versuche über den Phosphor und die

atmosphärische Luft der Einwirkung des Phosphors aussetzt, dieser nur einen Theil ihres Sauerstoffs absorbire, (die Grenzen in diesen Versuchen waren 0,08 und 0,13;) Salpetergas aus dem Rückstande noch 0,01 bis 0,14 Sauerstoff abscheide, und was dann noch an 0,27 Sauerstoffgehalte fehle, Sauerstoffgas anzeige, das mit Stickgas und Phosphor, (denn letzterer sey in beiden Gasarten unlöslich,) sich zu einem Oxyd mit zwiefacher Basis, einer *Phosphure d'Azote oxydée*, verbunden habe, welche das Salpetergas nur zum Theil zu zersetzen vermöge; und daß daher der Phosphor, sowohl beim langsamen als beim schnellen Verbrennen, immer eine höchst unzuverlässige eudiometrische Substanz sey.

Mit Recht bemerkt indeß hiergegen Herr Parrot, (in einem Briefe über die eudiometrische Eigenschaft des Phosphors, nebst Beschreibung eines richtigen Phosphor-Eudiometers, vom 8ten Febr. 1800, in Voigt's Magazin, B. 2, S. 154 — 185,) daß man aus der großen Verschiedenheit in den Resultaten, nach denen der Phosphor bald $\frac{3}{4}$, bald nur $\frac{9}{17}$ des Sauerstoffgas absorbirte, und das Salpetergas unter gleichen Umständen auf so gar verschiedene Rückstände an Sauerstoffgas deutete, nothwendig auf wesentliche Fehler in den Humboldtischen Versuchen schließen müsse, vor welchen der geübteste Physiker nicht gesichert ist, wenn er einen neuen Gegenstand bearbeitet, und daß diese Versuche durchaus unzureichend seyen, um eine Theorie über den Phosphor und seine

Erfindung meines Oxygenometers fallen in den November 1799; der erste Versuch mit diesem Instru-

Verwandtschaft zum Sauerstoffe zu gründen. Da die Absorption in ihnen bis 10 Tage lang dauerte, so kann der Phosphor nur $\frac{1}{235}$ des Luftvolums betragen haben; und bei einer so geringen Phosphormenge, besonders wenn sie tief liegt, muß die Luft beträchtlich bewegt werden, soll die Absorption vollkommen seyn. Die mit Phosphor nicht gesättigte und die übersättigte Luftportion mischte sich bei der Behandlung des Rückstandes mit Salpetergas, und so entstand noch eine Absorption, die dem Phosphor zukam, und fälschlich dem Salpetergas zugeschrieben wurde. Ueberdies ist wahrscheinlich bei jeder Absorption gar oft, dem Experimentator unbewußt, neue Luft hineingetreten. (Durch reine Kalkerde Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft abzuscheiden, gelang auch Herrn Parrot nicht.)

Folgendes ist nach Parrot das Verhalten des Phosphors in atmosphärischer Luft, die mit Quecksilber in einer Flasche gesperrt ist, bei $+ 12$ bis 19 R. Wärme. Ein weißlicher Dunst, der den Phosphor überzieht, senkt sich sogleich in Menge zu Boden, ein Theil desselben erhebt sich aber allmählig wieder und erfüllt die ganze Flasche. Bei vorzüglich gutem Phosphor strömt der Dunst zuweilen in kleinen kugelförmigen Blasen mit Gewalt von der Stange. Dabei leuchtet der Phosphor im Dunkeln ziemlich lange, wie in offner Luft, und erst dann nimmt das Leuchten ab. Während dessen steigt das Quecksilber, und zugleich überzieht es sich an der Oberfläche allmählig mit ei-

mente geschah am 3ten Decemder, und von der Zeit an habe ich diese Versuche in zahlreicher Menge

ner Dunsdecke, welche späterhin zu flüssiger Phosphorsäure wird. Zu Ende der Absorption zeigt sich um den Phosphor ein lichter, ziemlich ausgebreiteter Nimbus; er erweitert sich immer mehr, leuchtet aber immer schwächer, erfüllt auf einen Augenblick die Flasche und verschwindet. Ein neues Leuchten geht aus dem Phosphor aus, verbreitet sich und verschwindet; dieses geschieht einige Mahl, und dann hört das Leuchten ganz auf. Legt man aber die Hand oder einen andern warmen Körper an die Flasche, so entsteht der Schein an der Seite wo dieses geschieht, verbreitet sich von da zum Phosphor und verschwindet, und dieses läßt sich 5 - bis 6mahl wiederholen; ein Beweis, daß noch unoxxygenirter Phosphor in der Luft verbreitet ist, und den Sauerstoff aufsucht, wozu ihm eine Temperaturerhöhung sehr beförderlich ist. Die Vermehrung der Absorption während dieser letzten Zuckungen ist nicht merklich, weshalb die Menge des noch in der Luft vorhandenen Sauerstoffs nur äußerst geringe seyn kann, wie das auch das schwache Leuchten beweist; und daß die Phosphorstange selbst diesen wenigen noch zu zersetzen vermochte, beweist ihre wiederholte Entzündung. — Als die Flasche mit *Wasser* gesperrt war, und nach vollendeter Absorption in das um 6 bis 7° kältere Sperrwasser langsam eingetaucht wurde, entstanden die stärksten wolkenartigen Phosphorescirungen, die im ganzen Raume wie eine Feuerhuth umher strömten, worauf bald die Stange

wiederhohlt. Da weder Humboldt noch selbst Berthollet Apparate hatten, welche an Genauig-

keit selbst am Leuchten Theil nahm, und zwar so stark als in atmosphärischer Luft. (Indem sich die Luft in der Flasche bei der Erkältung zusammenzog, drang wahrscheinlich atmosphärische Luft, (oder Sauerstoff,) aus dem Wasser in die Flasche; und zugleich entzündete der Wärmestoff, der aus den sich niederschlagenden physischen Wasser- und Phosphordünsten frei wurde, den Phosphor.) Dieses geschah wiederhohlt. Eine Menge feiner Wassertropfen zeigte sich an den Wänden der Flasche, (wahrscheinlich der chemische Niederschlag.) — Schon diese Erscheinungen sprechen sehr gegen die behauptete Abnahme der Absorptions-Fähigkeit des Phosphors. Noch mehr zeigte sich die Unrichtigkeit dieser Vorstellung, als man in eine Flasche eine neu geschabte Phosphorstange neben die ältere, die schon lange geleuchtet hatte, hineinbrachte. Die alte leuchtete selbst stärker als die neu geschabte. — Nebenbei ergab sich aus Hrn. Parrot's Versuchen, daß man sich nicht schmeicheln darf, vollkommen reine Luftarten zu haben, wenn sie mit Quecksilber manipulirt werden, (es geschehe denn mit der größten Sorgfalt,) woraus sich vieles bei den Göttingischen Versuchen erkläre. Ist der Luftdruck von innen geringer als der äußere, so steigen aus dem Quecksilber Luftblasen in die Flasche, wie sich das im Dunkeln am Leuchten des Phosphors und bei Tage an übergegossnem Wasser zeigt. So weit Herrn Parrot's Versuche.

A. H.

keit den meinigen gleich kamen, und beide überdies den Einfluß des Wasserdunstes nicht kennen; so sey es mir erlaubt, zwischen diese beiden großen Gegner zu treten, und etwas zur Berichtigung ihrer beiderseitigen Versuche zu sagen. *)

*) Folgendes ist im Wesentlichen die Einrichtung des Parrotschen Oxygenometers oder neuen Phosphor-Eudiometers, wie Herr Parrot es theils in Voigt's Magazin, B. 2, S. 175 f., beschreibt, theils den Gebrauch desselben späterhin verbessert hat. Die Absorptionsröhre AB, (Fig. 2, Taf. III,) hat oben eine Erweiterung AC, worein beim Versuche eine Phosphorstange, dicker als der untere, möglichst gleichförmige Theil CB der Glasröhre, hinein gelegt wird, um nicht in diese hinab zu fallen. (In Herrn Parrot's Normal-Eudiometer scheint sie 30 Zoll, in den kleinern nur halb so lang zu seyn.) Um die Röhre zu graduiren, verschließt man sie bei B mit einer Blase, die man antrocknen läßt, und so gut an sie befestigt, daß sie nicht losläßt, wenn die Röhre mit Quecksilber gefüllt ist. Nachdem die Röhre erst leer, dann mit Quecksilber bis aa gefüllt, gewogen worden, und man von diesem Raume das Volumen des Phosphors, den man brauchen will, abgezogen hat, (Herr Parrot empfiehlt, um unter sich harmonirende Eudiometer zu erhalten, stets ein Phosphor-Volum von $\frac{1}{12}$ des ganzen Volums der Röhre, und mithin von $\frac{1}{10}$ des reinen Absorptionsraums, zu nehmen, und danach die Scale ein für allemahl einzurichten;) so erhält man den reinen Absorptionsraum in Graden Quecksilber. Darauf

Die Versuche Humboldt's sind unstreitig zuflüchtig angestellt. Ich glaube es in der Beschrei-

wiegt man von *B* an die Eintheilung der Scale etwa von 0,03 zu 0,03, oder von 0,05 zu 0,05 ab, so weit als die Scale gehn soll, (gewöhnlich bis 0,35 oder 0,4 des reinen Absorptionsvolums,) und zeichnet die Höhen auf das Glas. Ist die Röhre nicht allzu ungleich, so lassen sich diese Theile dann mit dem Zirkel weiter eintheilen, und so die Scale abreißen. (Auf Herrn Parrot's größerm Eudiometer ist sie in Tausendtheilchen, jedes noch $\frac{1}{4}$ rheinl. Zoll lang, und auf den kleinern in Hunderttheilchen, jedes $\frac{1}{4}$ Zoll lang, und in Viertel derselben eingetheilt.) Auf der Sorgfalt, womit alles dieses gemacht wird, beruht die Güte des Instruments. — Man füllt dann wieder alles Quecksilber in die Röhre, und paßt die eiserne Schraubenmutter *A*, deren Oeffnung ebenfalls weiter als die Röhre *BC* seyn muß, so tief hinein, daß unter ihr, über dem Quecksilber, nur ein kleines Luftbläschen bleibt. Diesen ihren Stand bemerkt man, und kittet sie, nachdem das Quecksilber herausgegossen worden, in demselben fest, wozu sich Herr Parrot des in Weingeist oder Terpenthinöhl erweichten, heiß aufgetragnen Siegellacks bedient, wovon er das Ueberflüssige in der Röhre, dem sich anders nicht bekommen läßt, mit Kali wegbeizt. Die Schraube *D* hat einen Ansatz *d*, welcher, mit Fett bestrichen, die Oeffnung völlig luftdicht verschließt, und ihr Zapfen *e* muß noch etwas unter der Mutter hervorragen. Man schraubt sie fest ein, nimmt dann die Blase von der Oeffnung *B* weg, und

bung meines Endiometers gezeigt zu haben. Ueberdies wußte ich damahls noch nicht, daß Humboldt

fällt durch diese die Röhre ganz voll Quecksilber. Giebt nun einige Gran weniger als zuvor hinein, so seilt man vom Zapfen *e* so viel ab, bis endlich die Röhre wieder genau die vorige Quecksilbermenge faßt. Solche Röhren mit aller Sorgfalt auf die angegebne Art graduirt und adjustirt, gaben über alle Erwartung harmonirende Resultate. — Herr Parrot zeichnet die Scale auf einem mit Eyweiß an die Röhre angeklebten Papierstreifen, und überzieht sie mit einem Weingeistfirniß, damit man das Instrument waschen kann. Um die Phosphorstange zu verhindern, in die Scalenröhre hinabzufallen, erweicht er sie in warmem Wasser, und macht das eine Ende derselben durch Aufstossen etwas dicker.

Eine gewöhnliche, unten zugeschmolzne Glasröhre dient zum Quecksilbergefäße *cb*, (Fig. 3,) worin die Absorptionsröhre steht, und woraus das Quecksilber bei der Absorption in sie hinaufsteigt. (Wasser hierzu anzuwenden, ist wegen der Luft und Feuchtigkeit, die aus dem Wasser in die Absorptionsröhre tritt, nicht rathsam.) Diese äußere Röhre muß etwas höher als die Scale hinauf reichen, und ihr innerer Durchmesser den äußern Durchmesser der Scalenröhre um etwa 3''' übertreffen, um dem Quecksilber im Zwischenraume beider freies Spiel zu gestatten, ohne doch überflüssig Quecksilber zu erfordern. Ein hängendes, unten mit einem Absatze versehenes Brett *pq* trägt dieses Gefäß mittelst zweier Rin-

boldt den wichtigen Fehler beging, die Temperatur aus der Acht zu lassen. (*Ann.*, III, 92, und VI, 414.)

Ringen *rr*, die mit Charnieren versehen sind, um die Röhre leicht und sicher abnehmen zu können.

Beim Gebrauche verfährt man folgendermaßen:

1. Man beobachtet Barometer- und Thermometerstand, füllt dann ein paar Zoll hoch Quecksilber in das äußere Gefäß, legt die reine Phosphorstange, deren Volumen nahe $\frac{1}{10}$ des reinen Absorptionsraums betragen muß, in die Absorptionsröhre, und verschließt diese durch die mit Fett besetzte Schraube luftdicht. — 2. Darauf füllt man mittelst Quecksilbers die Absorptionsröhre mit der zu prüfenden Luft, die man zuvor mit Feuchtigkeit gesättigt hat; (ob durch Aufhängung eines nassen Lappens darin, oder, indem man sie durch Wasser gehn läßt, sagt Herr Parrot nicht; im letztern Falle könnte man die Röhre, wie es scheint, nur gleich mittelst Wassers füllen.) Ist dazu Luft aus einer Bouteille bestimmt, und man will sich nicht des Gasapparats bedienen, so reicht es hin, die Luft in eine langhalsige Flasche zu bringen, die 4- bis 5mal so viel als die Röhre faßt, in diese, indem der Hals nach unten gekehrt ist, die Röhre voll Quecksilber hineinzuschieben, und dann das Ganze auf eine geschickte Art umzukehren, welches hinlängliche Genauigkeit giebt. — 3. So bald die Absorptionsröhre gefüllt ist, versenkt man sie schnell in das äußere Gefäß *cb*, wo sie ruhig bis zu Ende der Operation stehn bleibt. Das Quecksilber darf in der Scalentröhre nie höher stehn, als im äußern Gefäße; sonst entwickelt sich daraus Luft. Man

Bei meinen Versuchen, *im festen Zimmer*, im Winter besonders, habe ich oft Temperaturunterschiede

muß daher während der Absorption von Zeit zu Zeit Quecksilber nachgießen, und, wenn die Absorptionsröhre im Quecksilber schwimmt, ein kleines Gewicht an die Schraube A anhängen, damit das Quecksilber in ihr nicht höher als aussen stehe. Beim Beobachten des Quecksilberstandes nach vollendeter Absorption muß das Quecksilber innen und aussen vollkommen im Niveau stehn. — 4. Weder beim Füllen noch beim Beobachten darf man die Absorptionsröhre mit bloßer Hand anfassen, sich ihr auch mit dem Gesichte nicht zu sehr nähern. — 5. Wenn der Phosphor zu leuchten aufhört, ist es gut, die Absorptionsröhre im Quecksilbergefäße herauf und herunter zu bewegen, damit im Innern der Luft Bewegung entstehe. Zwar senkt sich der aufgelöste Phosphor bis auf das Quecksilber in der Röhre herunter, doch wirkt er dort nicht so vollkommen, als in der Nähe der Stange. — 6. Bei wichtigen Eudiometer - Beobachtungen müssen dann wieder der Barometer - und Thermometerstand beobachtet, und, hat sich dieser geändert, der Eudiometerstand danach corrigirt werden. (Geschieht die Absorption in 2 bis 3 Stunden, so kann man beide Correctionen gewöhnlich übersehn.) Im Falle großer Wärmeunterschiede sucht man lieber die vorige Temperatur wieder herzustellen, weil die Untersuchungen über die Dilation des Stickgas durch Wärme noch zu mislich sind. Für geringe Temperaturunterschiede rechnet Herr Parrot, daß für je 1° R. sich das Luft-

von 4, 5 und mehrern Reaumürischen Graden, welches Veränderungen von 1 bis 2 Procent verursacht.

volumen um 0,0045 bis 0,005 ändert. (Nach Prof. Schmidt's Versuchen bei 27" 28" Barometerstand, ändert sich das Volumen der atmosphärischen Luft gleichmäßig für je 1° R. um 0,00447; das Volum des Stickgas im Mittel von 0° bis 30° R. um 0,006, auch ziemlich gleichförmig.) Bei gewöhnlichen Barometerhöhen und gewöhnlicher atmosph. Luft rechnet ferner H. P. für je 1" Variation im Barometerstande, 0,00225 Variation im Luftvolumen; doch ist es auch leicht, sie jedes Mal genauer zu berechnen. — 7. Nicht alles Sauerstoffgas verschwindet auf diesem Wege, sondern 0,075 des absorbirten bildet mit dem Phosphor eine Art gasförmiger Phosphorsäure. Man addire daher zu der corrigirten Absorption noch 0,075 derselben hinzu, so hat man die gesammte Absorption; (eine Correction, von der noch weiterhin die Rede seyn wird, und über die wir von Herrn Parrot in seiner Eudiometrie mehr zu finden erwarten, da sie nur auf einer einzigen Beobachtung beruht.) — 8. Die so erhaltne gesammte Absorption giebt den *Sauerstoffgehalt* der Luft, sammt dem *chemischen Dunste*. Wegen dieses ist 0,02 abzuziehn, (genauere Bestimmungen dürften wir gleichfalls in Herrn Parrot's Eudiometrie wünschen.) Und so ergiebt sich endlich der *wahre Sauerstoffgehalt der Luft*. — 9. Nach geendigtem Versuche läßt man das Instrument unberührt stehn. Der Phosphor wird durch die Einwirkung des Stickgas bloß dunkler an Farbe, ohne an seiner Güte zu verlieren, scheint vielmehr empfind-

Aber auf der andern Seite kann ich nicht alle Behauptungen Berthollet's unterschreiben. Fürs erste muß das Instrument nicht mit Wasser gesperrt

licher zu werden, und braucht erst, wenn er nach vielen Beobachtungen merklich abgenommen hat, mit einer andern Stange vertauscht zu werden. Herr Parrot wäscht ihn und die Röhre zwar vor jeder sorgfältigen Beobachtung; doch nur, um dadurch die Absorption während des Füllens und Einsetzens der Röhre unmerklich zu machen. Auch hebt er seinen geschabten Phosphor nicht im Wasser, sondern in engen geschlossenen Röhren auf, worin er sich vortrefflich erhält und wodurch das neue Schaben erspart wird.

Drei, auf diese Art von zwei verschiednen Beobachtern behandelte und mit gleicher Luft gefüllte Eudiometer gaben eine Absorption durch Phosphor, das erste von 0,2225, das andere von 0,22214, das dritte von 0,2225 des reinen Absorptionsraums, (ohne Correction, 7;) ein andermal von 2 Eudiometern, das eine eine Absorption von 0,2015, das andere von 0,20125. „Diese große Uebereinstimmung der Versuche mit zwei und drei Eudiometern unter sehr verschiednen Umständen, beweist offenbar, (bemerkt Herr Parrot,) nicht nur die Regelmäßigkeit, welche diese Instrumente in ihren Resultaten gewähren können; sondern auch, daß in den *Humboldtschen* Phosphorversuchen durchaus ein oder mehrere Fehler obwalten, und daß sie daher keinesweges als Beweis gegen die eudiometrische Vollkommenheit des Phosphors angeführt werden können.“

d. H.

werden, besonders wenn es eine weite Scalenröhre hat. Die Ausdünstung und das Verschlucken der Luftsäure modificiren gewiß die Resultate. Zweitens verwechselt Berthollet die zweierlei Zustände, in welchen sich Phosphor in Stickgas, nach der Zersetzung der atmosphärischen Luft befindet. (*Annal.*, V, 346, und VI, 426.) Hier meine Beobachtungen hierüber:

Das Stickgas ist fähig, den Phosphor in *Dunst* aufzulösen, nicht in Gas. Dieser Dunst schlägt sich, wie jeder physische Wasserdunst, (wie der Rufs,) durch Verminderung der Temperatur nieder, (S. 178 f.) Ich habe es öfters, beinahe jedes Mal, in meinen Eudiometern, beobachtet. Allgemein genommen schlug sich dieser Dunst nach der Zersetzung der Luft nieder, besonders bald, wenn die äussere Luft erkaltete. Eines solchen Niederschlags entstand immer mehr in dem Eudiometer, der eine grössere Portion Phosphor nach Verhältniß des Inhalts des Gefässes enthielt, und wenn die Temperatur überhaupt hoch war. Mein Normal-Eudiometer, das ehemahls etwa an Volum nur $\frac{1}{20}$ Phosphor enthielt, zeigte oft keinen gelben Niederschlag; hingegen gab ein weit kleineres, das aber $\frac{1}{6}$ an Phosphor enthielt, jederzeit sehr viel gelben Niederschlag. Dieser Unterschied ist sehr auffallend und war mir lange unerklärbar. Im Kleinern, wo die Zersetzung gewöhnlich 4- bis 8mahl geschwinder vor sich ging, als im Grossen, mußte die erzeugte Wärme viel grösser seyn; dadurch verflüchtigte sich mehr Phos-

phor, der nach der endlichen Erkältung niederfiel. Bei welcher Temperatur aller Phosphor sich niederschlagen würde, weiß ich nicht, so wenig als den Sättigungspunkt für die verschiednen Temperaturen. In einer Flasche, in welcher ich eine Portion etwas angesäuerten Phosphors, die mir merkwürdig war, (diese Merkwürdigkeit hatte auf einen andern Versuch Bezug,) hermetisch verschlossen hatte, geht eine abwechselnde Sublimirung und Niederschlagung des Phosphors seit 2 Jahren beständig vor sich, so daß die Flasche schon über und über mit orangegelbem Niederschlage rundum beschlagen ist. Ich glaube, daß das Phosphorstück endlich ganz verschwinden wird. Die eingesperrte Luftportion, welche anfangs atmosphärische Luft war, beträgt kaum $1\frac{1}{2}$ Kubikzoll, und es haben sich schon gewiss 5 Gran Phosphor niedergeschlagen. Dieser Dunstzustand des Phosphors im Stickgas, ist also nicht zweifelhaft. Dieser Phosphor hat auf dessen Volum keinen Einfluss. (S. 185.) Wenigstens habe ich noch keinen Unterschied wahrnehmen können, vor und nach dem Niederschlage, ob ich gleich ihn absichtlich, und mit vielem Fleiße, gesucht habe, und, bei diesem Fleiße, an meinem großen Endiometer Veränderungen von $\frac{1}{4}$ eines Tausendtheilchens (nicht berechnen sondern) beobachten kann.

Das Stickgas der zeretzten atmosphärischen Luft enthält aber auch noch Phosphor in Gasgestalt; aber gesäuert. Der Grund, den ich ha-

be, eine gasförmige Säure aus dem Phosphor anzunehmen, ist der, daß dieses phosphorische Gas sich mit Alkalien sehr schnell verbindet, wie ich es oft bemerkt habe. Darauf gründe ich eine Methode, sehr reines Stickgas aus der Atmosphäre zu bekommen. Freilich könnte vielleicht sonst eine Verbindung des Phosphors mit dem Alkali, eine Art Phosphorleber, entstehen: allein es ist keine solche Verbindung mir bekannt, und sie ist hier nicht wahrscheinlich, weil aller Geruch verschwindet. Die Untersuchung dieser Säure, welche ich wegen anderer Arbeiten aussetzen mußte, wird vielleicht auf die Kenntniß der Natur des Phosphors führen. Ich glaube fast, daß dessen Hauptbestandtheile Hydrogen und Kohlenstoff sind; jenes wahrscheinlich sehr schwach oxydirt, aber in überwiegender Menge. Wenigstens ist die Gegenwart des Kohlenstoffs bei der Färbung des Phosphors durch den Gebrauch, beinahe nicht zu läugnen. Meine Phosphorstangen sind vom dunkelsten Braun, wenn ich sie $\frac{1}{2}$ Jahr lang gebraucht habe. Beim Umschmelzen derselben, auch wenn ich sie vorher noch so rein abwusch, setzt sich viel einer orangefarbigten Substanz auf den Boden nieder, und die neue durchsichtigere Stange zeigt völlig schwarze Flecken und Streifen, welche in der vollkommenen Salzsäure ausgebleicht werden können. *)

*) Sollte nicht der Sauerstoff nach und nach ins Innere des Phosphors eindringen, Oxydationen da-

Diese präsumptive gasförmige Phosphorsäure sehe ich als ein Produkt des Sauerstoffs an, nicht aber als ein Produkt des Stickstoffs. Daher habe ich bei der sehr genauen Untersuchung ihrer Quantität in der zeretzten Luft, diese Quantität als eine Function des Sauerstoffgehalts der Luft angesehen, und diese Menge für jedes 0,01 berechnet, welches mir zur Basis einer Correction der Resultate des Eudiometers dient. Bei einer Luft, die 0,19985 Sauerstoff enthielt, fand ich die Menge dieser Gasart = 0,01489; welches für jedes 0,01 Sauerstoff, 0,00075 ausmacht, und mit Berthollet's Angabe von beinahe $\frac{1}{40}$ *) nicht übereinstimmt, da $\frac{1}{40} = 0,025$ ist. Seine Luft hatte nach seiner eignen Angabe 0,22 Sauerstoff, also ohne diesen Zusatz etwas weniger als 0,20, mithin beinahe so viel als die Luft, welche ich zu meiner Bestimmung nahm. Der Grund zu diesem Unterschiede mag von der Feuchtigkeit, vom chemischen Dunste, herrühren, auf welchen ich bei dieser Untersuchung sorgfältig Rücksicht nahm, Berthollet aber wahrscheinlich nicht. Diese Untersuchung

selbst erzeugen, und so die beiden Bestandtheile des Phosphors trennen? Der gelbe Niederschlag beim Schmelzen entzündet sich schlecht, flammt sehr wenig, muß also ein Oxyd seyn. Bestätigen sich diese Muthmassungen, so würde der reine Phosphor eine Art von Alkohol in fester Gestalt seyn.

P.

*) *Annalen*, V, 346.

d. H.

wird Scherer oder Voigt wahrscheinlich schon dem Publicum mitgetheilt haben. *)

*) *Eine sehr wichtige Correction am Phosphor-Eudiometer.* In Voigt's Magazin, B. 3, S. 185 — 194, wo indeß in Zahlen und Worten der Druckfehler so viele sind, daß ich manches nur rathen muß. — Um zuvor aus der zu untersuchenden atmosphärischen Luft das kohlensaure Gas möglichst abzuscheiden, ließ Herr Prof. Parrot diese Luft 3 Tage lang über flüssigem halbkohlensauren Kali stehn, und durchschüttelte sie damit wiederholt. Dann wurde diese Luft im Quecksilber-Apparate in eine gegen 5''' weite und 21'' pariser Maass lange Glasröhre gebracht, darin die Absorption des Sauerstoffs durch Phosphor veranstaltet, und als sie vollendet war, die Röhre in ein hohes Gefäß mit flüssigem Kali gebracht. Die Höhe, bis zu welcher dieses sogleich in der Röhre stieg, zeigte die Menge des absorbirten Sauerstoffgas. Nach 12 Stunden, wobei die Röhre mit dem Kali 6- oder 7mahl sanft geschüttelt war, damit alle Lufttheilchen mit demselben in Berührung kamen, als das Kali schon lange nicht mehr in der Röhre stieg, wurde der Stand desselben genau bemerkt. Die wohl getrocknete und gereinigte Röhre wurde darauf in ihrem ganzen Inhalte, und in ihrer Capacität bis an den beiden bemerkten Ständen, genau mit Quecksilber, auf einer Wage, die bei 1 Pfund noch mit $\frac{1}{2}$ Gran Ausschlag gab, ausgewogen, nachdem alle kleine Luftbläschen an der innern Oberfläche, durch Vereinigung zu einer großen Blase, hinaus geschafft waren. Die ersten Versuche mißglückten; fol-

Endlich stimmen meine Beobachtungen über die atmosphärische Luft mit denen des ägyptischen Che-

gender gelang mit der äußersten Genauigkeit, so daß dabei höchstens aus der Schwierigkeit, die bei Endiometern nach der bisherigen Einrichtung unvermeidlich ist, den Stand des Kali ganz genau zu bemerken, ein Fehler entstanden ist. Es wog an Quecksilber

	Gran.	bei einem Stande des Barometers.		Thermomet.	Unter- schied.
der Inhalt der ganzen Röhre	11705	27"	11,7"	+ 10,9° R.	
der Phosph. 9,1 Gran wiegend	670				
d. Luftrück- stand nach d. Absorpt. durch Phos.	8972	27	8,7	12	[- 3" + 1,1°
und nach d. Absorption durch Kali	8937	27	5,6	13,1	[- 6,1" + 2,2°

Folglich betrug nach diesen Versuchen

	in Gran. Queck- silber	in Theilen des reinen Absorpt. Raums	
		unver- bessert	verbef- sert
der reine Absorptionsraum	11035	1	1
d. Absorpt. durch Phosphor	2063	0,18697	0,19985
durch Phosphor und Kali	1103	0,19057	0,21474
durch Kali allein	40	0,00362	0,01489

wobei Hr. Parrot die Correctionen nach S. 203, Anm., (für

— 3" zu + 0,00690 und + 1,3° zu + 0,00598
— 6,1 + 0,01403 + 2,2° + 0,01012
Theilen des reinen Absorptionsraums,) in Rech-
nung bringt.

mikern nicht überein. Er fand beständig gleichen Sauerstoffgehalt, und zwar nach allen Reductionen 0,22. In meinen spätern Versuchen, (ich führe absichtlich die frühern nicht an, welche vielleicht aus

Da beim Schütteln das Kali immer etwas an den Wänden der Röhre hängen bleibt; so setzt Herr Parrot *die wahre Absorption durch Kali allein wenigstens auf 0,015 des reinen Absorptionsraums, oder auf $\frac{0,015}{0,2} = 0,075$ des Absorptionsraums*

durch Phosphor. Und daraus folgert er die Regel, daß man die Phosphor-Absorption, in Theilen des ganzen Absorptionsraums ausgedrückt, nachdem sie wegen des Barometer- und Thermometerstandes verbessert worden, *noch mit 0,075 multipliciren, und dieses Produkt zu der gefundenen Absorption hinzufügen müsse, um die Summe des wahren Sauerstoff-Gehalts der atmosphärischen Luft zu erhalten.* Da aber eine solche Regel auf einer einzigen Beobachtung nicht allzu sicher steht, so dürfen wir mehr darüber in Herrn Parrot's Eudiometrie erwarten.

Da Herr Parrot ferner fand, daß das Gemisch aus Stickgas und gasförmiger Phosphorsäure bei Veränderung der Temperatur sein Volumen nach einem andern Gesetze, als die atmosphärische Luft, und in zwei Eudiometern mit verschiedenen Phosphormengen nicht gleichmäfsig änderte; so gründet er darauf den Vorschlag, *bei allen Eudiometern sich eines Phosphor-Volums zu bedienen, welches $\frac{1}{10}$ des reinen Absorptionsraums, mithin $\frac{1}{10}$ der Absorptionsröhre, gleich ist, wodurch erst völliges Harmoniren erreicht werde.* d. H.

Mangel an Kenntniß des neuen Gegenstandes nicht ganz richtig seyn mochten,) variierte dieser Gehalt von 0,207 bis 0,23, die erwähnte Reduction nicht mitgerechnet. Setze ich meine Reduction dazu, so sind die Grenzen 0,222525 und 0,24725. Nimmt man Berthollet's Angabe zur Correction, so sind diese Grenzen 0,232 und 0,255. *) Zahlreichere Versuche werden vermuthlich diese Grenzen noch etwas erweitern; für jetzt kann man wohl 0,025 für den größten Unterschied ansehen, und annehmen, daß der größte Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft etwa \equiv 0,25 ist. Der Grund, den Berthollet für die Beständigkeit des Sauerstoffgehalts angiebt, nämlich die Bewegung der Luft, beweist allerdings, daß dieser Gehalt nicht sehr stark variiren kann, schließt aber Variationen von 2 bis $2\frac{1}{2}$ pC. nicht aus, es versteht sich, für sehr entfernte Orte und verschiedene Zeiten. Ein Wind,

*) Dieser Unterschied scheint mir daraus sich leicht erklären zu lassen, daß Berthollet nicht auf den Gehalt an Feuchtigkeit der Luft sah, die er zersetzte. Gesetzt, sie sey halb mit Feuchtigkeit gesättigt gewesen, so würde 0,01 für diese abzu-
ziehen seyn, (S. 203, Anm. 8,) und die Grenzen des Sauerstoffgehalts der atmosphärischen Luft, nach Berthollet's Versuchen, 0,222 und 0,245 werden, also fast ganz mit den Parrot'schen zusammenfallen, welches den trefflichsten Beweis für die Vollkommenheit des gehörig behandelten Phosphor-Eudiometers abgeben würde. d. H.

der 15 Fuß in einer Sekunde durchläuft, braucht etwa 5 Tage, um eine Strecke von 18° zu durchstreichen. Warum sollte z. B. vor einem Südwinde die Luft in Schottland, Schweden, Norwegen, Rußland nicht an Sauerstoff ärmer seyn, als 5 Tage nach dessen Entstehung, wenn z. B. eine üppige Vegetation, von vielem Sonnenscheine begünstigt, viel Sauerstoffgas in Italien, im nördlichen Afrika, in Griechenland entwickelt hat? Warum sollte ein Ostwind, der über Afiens Vegetation herkömmt, nicht Europa mit mehr Sauerstoff versehen, als der Westwind, der über das atlantische Meer herweht, wo er keine Sauerstoff-Entwickelung antrifft? Und ist dieser Unterschied an Sauerstoffgehalt jener Winde nicht die Hauptursache ihrer hygrometrischen Phänomene. *)

*) Hier noch einige interessante Resultate; welche Herr Parrot aus seinen eudiometrischen Versuchen in einem im Juni 1800 geschriebnen Briefe, in Voig's Magazin, B. 2, S. 219 f., mittheilt. Da er seitdem erst die vorhin erwähnte wichtige Correction für das Phosphor-Eudiometer aufgefunden hat, so habe ich alle seine Angaben um 0,075 derselben vermehrt. Eine äußerst verdorbne Luft, worin Menschen anfangen ohnmächtig zu werden, enthielt noch einen Sauerstoffgehalt von 0,183. — Gemeine atmosphärische Luft verliert bei einem einmahligen Durchgange durch die Lunge nach allen Reductionen für Temperatur und Feuchtigkeit nicht mehr als 0,0138 Sauerstoffgas.

3. *Wie liessen sich Gewitter unschädlich machen?*

Indem ich dieses Schreiben beendige, erhalte ich eben von dem Herrn Landrath von Sivers, der

Ihre Zerfetzung erzeugt einen Niederschlag von Wasserdünsten, und diese befördern umgekehrt die Zerfetzung; daher die Feuchtigkeit des Hauchs. — Atmosphärische Luft von einem Sauerstoffgehalte 0,126 durch einen grossen Haufen *brennender Kohlen* etwas schnell, aber so getrieben, daß nichts daneben gehn konnte, enthielt noch nach dem Durchgange 0,14 Sauerstoffgas. — *Essigdünste* bringen in atmosphärischer Luft von ungefähr 0,126 Sauerstoffgehalt, bei 12 bis 15° Temperatur eine Erhöhung des Sauerstoffgehalts von 0,065 hervor; ein auffallendes und unerwartetes Resultat, welches Herr Parrot wiederholt und unter verschiedenen Umständen stets erhalten hat, und wobei der Einfluß des Wasserdunstes gehörig in Rechnung gebracht ist, (und was in Verbindung mit den Guytonschen Versuchen, *Annal.*, IX, 367, noch interessanter wird.) „Dieses“, sagt Herr Parrot, „bietet also ein sehr einfaches und höheres Mittel dar, um *verdorbene Luft mit Sauerstoffgas zu schwängern*. Da der Gehalt einer guten Zimmerluft gewöhnlich zwischen 0,126 und 0,138 ist, und eine äusserst verdorbne Luft noch 0,183 Sauerstoff enthält, so sieht man, wie leicht und vollständig Essigdünste sie verbessern können. Ich habe diese Verbesserung schon im Grossen, im Rigaer Armen- und Krankenhause dadurch mit Vortheil benutzt, daß ich bei gewöhnlicher Temperatur leinene Lappen in Essig

auf seinem Gute in Livland wohnt, *) einen Brief, in welchem ich folgendes lese: „In der Nacht, die

tauchte und im Zimmer aufhing.“ — *Weinstein-säure* auf die nämliche Art angewandt, hatte nicht den mindesten Einfluß auf den Sauerstoffgehalt der Luft, und Herr Parrot vermuthet, daß dieses der Fall mit allen nicht-riechenden Säuren seyn dürfte, indess vielleicht alle riechenden sich wie der Essig verhalten möchten, (Versuche hatte er bis dahin noch nicht darüber angestellt,) da denn jede Einwirkung einer Säure auf unser Geruchsorgan eine Zersetzung der Säure in der Luft anzeigen würde, worauf am Ende vielleicht alle Gerüche hinauslaufen möchten. „Es ist unglaublich,“ schließt Herr Parrot, „wie viele Vortheile die Naturlehre aus guten Eudiometern ziehen kann.“ Sicher sehn auch alle Physiker der *Eudiometrie*, an welcher Herr Professor Parrot schon seit längerer Zeit arbeitet, mit Sehnsucht entgegen. d. H.

*) Der ehemalige Gouvernements-Marschall, dessen *Merkel*, in seinen Schriften über die Letten, auf eine so ehrenvolle und ausgezeichnete Art erwähnt, und von dem ich es verbürge, daß dieses keine Selbstbecomplimentirung über sein Gefühl war; daß es Wahrheit ist. Ich habe ihn zweimal nach Petersburg reisen sehn, in der festen Ueberzeugung, daß er das Opfer seiner Liebe für seine Nebenmenschen seyn würde; andere sahen ihn gegen die Türken kämpfen, und gegen den allmächtigen Potemkin. Immer war er derselbe. Nur das Leiden anderer erschütterte ihn.

P.

ich bei Ihnen in Riga zugebracht habe, bin ich um etwa 4- bis 5000 Thaler ärmer geworden. Ein fürchterlicher Sturmwind mit Hagel hat uns 360 Scheiben im Hause eingeschlagen, mein ganzes Hofesfeld und eine Hoflage an Weitzen, Roggen, Gerste und Hafer dergestalt niedergeschlagen, als hätte man den Dreschflügel einige Mahl darüber geführt. Das grösste Glück dabei ist, dass meine Bauern verschont worden sind.“ Dieses Unglück erweckt in mir einen sehnlichen Wunsch, dass man endlich Versuche anstelle, um die Gewitter so unschädlich zu machen, als ihren Begleiter, den Blitz. Einen Strahl von Hoffnung sehe ich in folgender Betrachtung: Das Gewitter entsteht durch eine grosse und schnelle Zersetzung der Luft durch electricische Explosionen. Die Folge davon ist nicht nur ein Niederschlag des chemischen Dunstes, sondern auch eine plötzliche Dilatation der Luftschichten, welche die Wolken umgeben. Diese Dilatation erzeugt Kälte, und geschieht sie sehr plötzlich, so muss die Temperatur in dieser Höhe mehrere Grade unter den Frierpunkt des Wassers fallen; wenigstens scheint mir dieses die natürlichste Auslegung der Bildung des *Hagels*. Aus der nämlichen Ursache entsteht der Sturmwind.

Wie, wenn man die grosse Spannung nicht erwartete, um das Gewitter entstehen zu lassen? Sollte man nicht der Atmosphäre das Gewitter gleichsam *inoculiren* können? Jede beträchtliche Zersetzung

tzung des Sauerstoffgas müßte, denke ich, dieses bewirken.

Aber! wie in der Region des Gewitters solche Zersetzungen bewirken? Dieses ist eine Aufgabe für Kunstverständige in der Artillerie. Wäre es unmöglich, eine schwache Bombe von etwa 20 Pfund Pulver hoch genug zu schießen, und so, daß sie im höchsten Punkte ihres Steigens platzte? Die dadurch bewirkte Zersetzung des Sauerstoffgas wäre hinlänglich, um den Gewitterprozeß anzufangen, der, wenn er angefangen hat, durch die rege gemachte Electricität von selbst sich fortsetzen würde. — Vielleicht werden allweise Herren über diese Bestürmung des Himmels mit Granaten sich lustig machen. Ohne Zweifel lachten sie auch, als sie hörten, daß ein amerikanischer Buchdruckergesell den Vorschlag that, den Blitz auf einem Bratspieß aufzufangen, und ihn zu den Gnomen oder nach dem Centralfeuer zu schicken. — Einstweilen mache man mit einem Luftballon den Versuch. Durch ihn schleppe man die leicht zerspringliche Bombe an einem 500 Fufs langen Stricke, und entzünde sie so unter dem Ballon. Da sie ohne große Explosion platzen wird, so ist dabei für den Aeronauten keine Gefahr. Der große Zweck dieser Versuche ist, glaube ich, der Ausführung würdig genug. Um die Explosion ganz zu verhüten, könnte das Pulver befeuchtet werden, und die Wirkung würde dadurch, wie durch Verminderung des Salpetergehalts, erhöht werden.

Ehe dieser Brief geschlossen wird, lese ich in den *Ann.*, B. VI, S. 21 f., unter den durch Will. Hamilton gesammelten Merkwürdigkeiten beim letzten Ausbruche des Vesuvs, die Stelle S. 34, über die *Anziehung der wässerigen Wolken durch den Vulkan*. Dieses Phänomen scheint mir ein absichtlicher Versuch zu seyn, der meinen Vorſchlag unterstützen soll. Wie schön bestätigt es nicht meine Theorie!

IV.

GRUNDZÜGE

von *Volta's electrischer Theorie der Er-*
scheinungen seiner Säule;

dargestellt

von

C. H. P F A F F,

Professor zu Kiel,

in einem Schreiben an den Herausgeber.

Hamburg den 25ten Dec. 1801.

Mancherlei Umstände, verehrtester Freund, haben mich gehindert, ein Versprechen, das ich öffentlich gethan habe, (Intell.-Blatt der ALZ., October, und *Annal.*, IX, 491,) früher zu erfüllen. Auch jetzt kann ich demselben nur einigermassen Genüge leisten, da mir in diesem Augenblicke die Zeit zur weitem Ausführung der Bemerkungen fehlt, welche den Gegenstand dieses Briefes ausmachen werden. Indessen darf ich diesen Brief doch nicht länger aufhalten, so unvollkommen er auch in Hinsicht auf eine erschöpfende Darstellung, auch nur *einer Ansicht* der Voltaschen Säule seyn wird, da ich sonst vielleicht durch ein längeres Stillschweigen den Verdacht erregen könnte, als sey die Sache, die ich angekündigt habe, doch nicht so ganz ausgemacht, und als hätten neue Zweifel und Schwierigkeiten mein Verstummen veranlaßt.

Die 5 neuesten Stücke Ihrer Annalen, die erst seit einigen Tagen in meinen Händen sind, enthalten herrliche Beiträge zur genauern und tiefern Kenntniß der Gesetze der Erscheinungen, welche durch Volta's Säule vermittelt werden. Vieles, was ich Ihnen als Neu mittheilen wollte, ist in Ritter's Briefen nicht bloß schon angedeutet, sondern erschöpft. Indessen hat eben der langsame, nichts gleichsam hinter sich lassende Gang dieses musterhaften Experimentators seine Fortschritte zum Ziele etwas aufgehalten, und die Ansicht der Erscheinungen der Voltaischen Säule aus einem *zu allgemeinen und hohen Standpunkte* ihn einigermassen gehindert, eine Erklärung zu suchen, die, wenn er auch auf sie gekommen wäre, ihm doch vielleicht nicht einmahl Genüge geleistet haben würde. Nach dem Gange seiner Untersuchungen und nach der ganzen Tendenz seines Geistes sehe ich voraus, daß er gegen Volta's Erklärung, die durch van Marum's mit mir gemeinschaftlich angestellten Versuche, sich so vollkommen bestätigt hat, nicht bloß vieles einzuwenden haben, sondern daß er überhaupt *dergleichen Erklärungen* gar nicht gelten lassen wird. So manches sich auch vielleicht aus dem Standpunkte des *Natur-Metaphysikers* dagegen möchte einwenden lassen, so bin ich doch überzeugt, daß es der *Physiker* Volta'n Dank wissen wird, das Problem der Säule *so weit* aufgelöst zu haben, und auf jeden Fall sind Volta's Versuche ein unschätzbarer Beitrag. Wir haben durch sie Verhält-

nisse des sogenannten Galvanismus kennen gelernt, durch welche er mit der Electricität für den *bloßen Physiker* ganz in eine Klasse zusammenfällt, und ich darf hoffen, daß van Marum's und meine Versuche, durch ihre Präcision und messende Genauigkeit, die electricische Seite der Volta'schen Säule, (und für mich ist diese electricische Seite auch die galvanische, und der Galvanismus der Volta'schen Säule nichts weiter als Electricität,) auf eine Art beleuchtet haben, daß schon jetzt das Hauptgesetz derselben ausgesprochen werden kann. Der Beschreibung dieser unsrer gemeinschaftlichen Versuche will ich hier nicht vorgreifen, und mich bloß darauf einschränken, mehr aphoristisch als ausführlich, die *Hauptideen Volta's über den*, um mich so auszudrücken, *electricischen Mechanismus seiner Säule*, mit einer kurzen Nachweisung auf die Hauptversuche, die als Belege dazu dienen, vorzutragen. Die Ausführung, wohin auch die Mittheilung einiger handschriftlichen Aufsätze des großen italienischen Physikers selbst gehört, behalte ich mir für eine andere Gelegenheit vor.

I. Wenn zwei heterogene Metalle, (einschließlich anderer sich in dieser Hinsicht wie Metalle verhaltender Körper, wie z. B. Kohle u. s. w.,) sich untereinander gehörig berühren, wird in dieser Berührung ein electricischer Prozeß ganz eigner Art rege, den man eine Störung des electricischen Gleichgewichts oder eine *Electricitätserregung durch Impulsion* nennen möchte. Das eine der beiden Me-

talle wird positiv-, das andere negativ-electrisch, und zwar so, daß diese *beiden Electricitäten*, so lange *die beiden Metalle mit einander in Berührung sind*, sich nicht wechselseitig binden und latent machen, sondern daß der Ueberfluß der einen, (um mich irgend einer electricischen Sprache zu bedienen,) sich in jedem Augenblicke nach jeder Richtung, diejenige gegen das andere Metall ausgenommen, (von welchem aus der electricische Andrang geschieht,) zu ergießen und an andere Körper mitzuthellen strebt; so wie umgekehrt das andere Metall seinen Mangel an Electricität in jeder Richtung, nur nicht von der Seite des ersten Metalls her, zu ersetzen sucht.

II. Die *electriche Spannung*, (*Tension*), die durch eine solche Wechselwirkung zweier Metalle auf einander erfolgt, die positive in dem einen Metalle sowohl, als die negative im andern, ist, selbst bei den günstigsten, mit einander am stärksten wirkenden Metallen, z. B. bei Silber und Zink, nur ungemein schwach, und durch das empfindlichste Electrometer nicht unmittelbar zu erkennen, sondern nur durch Hülfe des Condensators an empfindlichen Electrometern, z. B. dem Bennetschen, darzustellen. Man nenne *electriche Tension von einem Grade* die Tension für ein einzelnes Plattenpaar, z. B. von Silber und Zink, von welchem das Silber negativ, der Zink positiv ist.

Die beiden hier aufgestellten Fundamentalsätze sind durch mannigfaltig abgeänderte Versuche, die

Volta zum Theil schon längst bekannt machte, und welche van Marum und ich sämmtlich stets mit einerlei Erfolge wiederholten, hinlänglich begründet.

III. Durch eine Uebereinanderhäufung mehrerer gleicher Metall-Plattenpaare kann dieser electriche Effect nicht verstärkt werden. Es erfolgt dadurch entweder nur eine electriche Tension, wie die eines einzigen Metall-Plattenpaares, oder der Effect ist völlig null, indem, wenn in der ganzen Säule die Metalle sich unmittelbar berühren, die electriche Impulsionen nach oben und unten sich entweder gänzlich oder wenigstens so weit aufheben, daß nur eine einzige als Rest bleibt. Dieses folgt nothwendig aus I und II, und bestätigt sich vollkommen durch Versuche.

IV. Wenn Metalle mit *feuchten Leitern* sich wechselseitig berühren, besonders wenn diese feuchten Leiter mehr oder weniger *wässerig* sind, (denn einige feuchte Leiter verhalten sich allerdings beinahe wie die Metalle,) so findet zwar ebenfalls ein ähnlicher electriche Prozeß statt; aber der electriche Andrang oder die electriche Impulsion von dem einen zum andern, nämlich *vom Metalle zum feuchten Körper*, ist *so geringe*, daß die dadurch erfolgte Störung des electriche Gleichgewichts, oder die Electricitätserregung, *unverhältnißmäßig viel schwächer*, als die zwischen zwei heterogenen, selbst ungünstig mit einander wirkenden Metallen ist, und im Vergleiche mit der Electricitätserregung zwischen

zwei sehr günstig mit einander wirkenden Metallen gar nicht in Anschlag gebracht zu werden verdient. Hierin sind die Metalle und die ihnen gleich wirkenden Körper, welche Volta *Leiter der ersten Klasse* nennt, von den feuchten Körpern, als *Leitern der zweiten Klasse*, sehr unterschieden, und in dieser Hinsicht können jene im eigentlichen Verstande *Electricitätserreger* genannt werden. — Auch dieser Satz ist von Volta durch eine zahlreiche Reihe von Versuchen, wobei der Condensator ebenfalls zu Hülfe genommen werden muß, hinlänglich begründet.

V. Diese Eigenschaft des Wassers und ähnlicher Feuchtigkeiten macht es möglich, eine *Voltaische Säule* zu erbauen, d. h., den Effect eines einzelnen Plattenpaares zu einem mehrfachen Effect vereinigt wirkender Plattenpaare zu erheben. Die kleinste Voltaische Säule besteht aus zwei Metall-Plattenpaaren, die durch einen feuchten Körper von einander getrennt sind. Diese Säule sey folgendermaßen construiert:

¹ Silber ² Zink / — feuchter Körper — ³ Silber ⁴ Zink.

In dem ersten Metall-Plattenpaare findet eine electriche Impulsion vom Silber zum Zink = 1 statt, wodurch eine electriche Tension = 1, eine negative im Silber, eine positive im Zink, hervorgebracht wird. Ruhete das zweite Plattenpaar unmittelbar auf dem ersten Plattenpaare auf, so würde vom Silber 3 eine ähnliche Impulsion gegen den Zink 2

nach unten statt finden, als vom Silber 1 gegen den Zink 2 nach oben statt hat, und diese beiden Impulsionen müßten sich wechselseitig vernichten; es bliebe daher bloß die electriche Impulsion vom Silber 3 nach dem Zink 4, und folglich bloß der einfache Effect eines einzelnen Plattenpaares übrig. Der feuchte Zwischenkörper vermittelt dagegen die Vervielfachung des Effects. Die electriche Impulsion, die vom Silber 3 gegen den feuchten Körper statt findet, ist unendlich geringe, und schwächt so viel wie nichts die electriche Impulsion, die vom Silber 1 aus nach dem Zink, und sofort in der Richtung nach oben wirkt. Der feuchte Körper ist gleichsam *ein bloßer gleichgültiger Zwischenleiter* der ersten Impulsion des ersten Metall-Plattenpaares, die sich mit der Impulsion des zweiten Metall-Plattenpaares, die vom Silber 3 nach dem Zink 4 in ähnlicher Richtung statt findet, vereinigt, und gleichsam eine doppelte Impulsion, und somit eine doppelte positive electriche Tension im Zink 4 hervorbringt, welcher nothwendig eine doppelte negative Tension im Silber 1 entsprechen muß. Die Versuche bestätigen dieses Resultat.

VI. In der Voltaischen Säule nimmt die *electriche Tension* mit der Zahl der Plattenpaare in arithmetischer Progression zu, und entspricht an jedem Pole der Summe der Impulsionen der mehrern Plattenpaare. Wenn ein Plattenpaar eine Tension = 1 bewirkt, so bringen n Plattenpaare, auf gehörige Art über einander gehäuft, eine n -fache Tension her-

vor. — Auch dieses wird durch Versuche mit genauen Condensatoren und Electrometern, die van Marum und ich mannigfaltig abänderten, bestätigt. *)

VII. Die Voltaische Säule ist in einem *doppelten Zustande* zu betrachten, und nur durch sorgfältige Unterscheidung dieses doppelten Zustandes erklären sich die sonst so räthselhaften Wirkungen derselben. Der eine Zustand ist derjenige, wenn die Kette *nicht geschlossen* ist, und folglich kein electricer Strom von einem Pole zum andern und durch die Säule hindurch statt findet. Der andere Zustand ist derjenige der *Schließung* der Kette, in welchem der electriche Strom vorhanden ist.

VIII. Eine *nicht-geschlossene Voltaische Säule* zeigt nur geringe Spuren von Electricität, die erst bei einer größern Anzahl von Plattenpaaren wahrnehmbar werden. Die electriche Tension ihrer Pole ist ungemein geringe, und fängt erst bei 20 bis 30 Plattenpaaren an, für das empfindlichste Electrometer merklich zu werden. Eine Säule von

*) Diese Tension zeigt sich nämlich alsdann als eine *nfache*, wenn der eine Pol mit der Erde in Verbindung steht, während die electriche Tension am andern isolirten Pole untersucht wird. Bei vollkommen isolirten Voltaischen Säulen findet allerdings auch diese *nfache* Tension statt, kann aber nur nicht, wie aus der Theorie folgt, so deutlich dargestellt werden.

Pfaff.

200 Plattenpaaren Zink und Silber hat kaum noch eine electriche Tension, welche mit der einer geriebenen Siegelackstange verglichen werden könnte, und das positive oder negative Ende einer *isolirten Voltaischen Säule*, auch wenn sie aus 300, 400 und mehrern Plattenpaaren bestünde, würde immer nur einen so schwachen Funken ertheilen, daß er für die Empfindung kaum wahrzunehmen wäre. Die Electricität scheint in ihr gleichsam in Ruhe zu seyn, und die Säule nicht stärker zu wirken, als jeder andere Conductor von gleicher Oberfläche, der bis zu derselben schwachen Tension electricirt ist.

IX. Ganz anders verhält sich die *Voltaische Säule* im Zustande der *Schließung*, indem sie von einer wunderbaren Wirkksamkeit erscheint, sobald ein Erguß oder continuirlicher Strom von Electricität in ihr sollicitirt und aus ihr entlockt wird. Dieses kann auf eine doppelte Art geschehen:

a. durch eine unvollkommne Schließung der Kette, indem mit dem einen Pole der Voltaischen Säule electriche Conductoren von einer großen Capacität in Verbindung gesetzt werden, die übrigens in keiner leitenden Verbindung mit dem andern Pole stehen. *) Diese Conductoren werden durch diese

*) Man sieht, daß hier *unvollkommne Schließung* in einem andern Sinne genommen ist, als worin Herr Ritter, *Annalen*, VIII, 456, eine durch einen Gasapparat oder durch den thierischen Kör-

Verbindung in einem Augenblicke dieselbe electriche Tension annehmen, folglich in einem Augenblicke von der Voltaischen Säule die ganze große Quantität von Electricität erhalten, welche nöthig ist, um in ihnen diese electriche Tension hervorzu- bringen. Solche Körper sind: 1. die obere Platte des *Condensators*, 2. die *Leidener Flasche*, als ein Con- densator in einer andern Gestalt. — Der *Condensator* mit der Voltaischen Säule in Verbindung gesetzt, er- hält durch eine augenblickliche Berührung des einen oder andern Pols, dieselbe electriche Tension als die- ser, und zeigt dann, wenn man den Collectordeckel von der untern Platte wegnimmt, diese Electricität 60-, 100-, 200-, 300fach verstärkt, je nachdem er 60, 100, 200, 300mahl condensirt. Durch diesen Versuch beweist sich also die Voltaische Säule als eine *Electricitätsquelle*; es ergießt sich aus ihr dieses 60-, 100-, 200-, 300fache Quantum von Electricität in einem Augenblicke, (der aber allerdings aus so vie- len kleinern Zeittheilchen, als wir wollen, zusam- mengesetzt gedacht werden kann,) in den Deckel des Condensators. Die Voltaische Säule entwickelt aber diese Electricität nicht aus sich selbst. Die *Be- dingungen dieser Electricitätserregung sind nicht alle in ihr enthalten*; sie empfängt bloß fremde Electri- cität, um sie wieder abzugeben, und verhält sich in dieser Hinsicht wie jede andere Electrirmaschi-

per geschlossene Säule eine *partiell geschlossene*
nennt. d. H.

ne, die nur so lange Electricität mittheilt, so lange sie durch das nicht-isolirte Reibzeug neue empfangen kann. Eine *isolirte* Voltaische Säule theilt einem Condensator *unmerklich wenig Electricität* mit, man mag ihn *noch so lange* mit ihr in Verbindung lassen, und zwar nicht mehr, als jeder andere Conductor von gleicher Oberfläche und bis zu derselben Tension electrifizirt, der keinen neuen Zufluss erhält, dem Condensator ertheilen würde. Kaum bringt man aber an den einen, z. B. an den negativen Pol, eine Zuleitung an, während der Condensator mit dem entgegengesetzten positiven Pole in Verbindung steht, so erhält er auch im Augenblicke seine ganze mögliche Ladung. — Die Stärke des electrischen Stroms, der sich aus der Voltaischen Säule ergießt, erscheint noch viel auffallender und wahrhaft erstaunenswürdig, bei der Ladung von Körpern von grosser Capacität, z. B. von *grossen electrischen Batterien*. Merkwürdige Versuche in dieser Hinsicht sind die von van Marum gemeinschaftlich mit mir angestellten, aus denen erhellt, daß der electrische Strom aus dem positiven Ende einer Säule von 200 Plattenpaaren, (denn daß es bei dieser Vergleichung auf die Höhe der Voltaischen Säule sehr mit ankömmt, versteht sich von selbst,) den electrischen Strom der stärksten Electrirmaschine übertrifft, so daß durch diesen Strom in gleicher Zeit eine viel grössere Quantität von Electricität mitgetheilt wird, als durch den continuirlichen Strom der wirksamsten Electrirmaschine. Auch

hier, wie sich schon aus den Versuchen mit dem Condensator ergibt, theilt die Voltaische Säule, wie jede andere Electrirmaschine, bloß mit, was sie empfängt. *Isolirt* würde sie auch die kleinste Leidener Flasche in noch so langer Zeit nicht laden können. Auch versteht sich von selbst, daß die Ladung einer jeden Flasche, Batterie u. s. w. durch Volta's Säule, ihre bestimmten Grenzen hat, d. h. daß die Voltaische Säule jede Flasche, Batterie u. s. w., zu keiner höhern Tension laden kann, als sie selbst hat.

b. Durch eine vollkommne Schließung der Kette, indem beide Pole in eine leitende Verbindung miteinander gesetzt werden. Hier zeigen sich die wunderbaren Wirkungen des starken electrischen Stroms, der von einem Pole zum andern geht, im vollsten Maasse, und in dieser Rücksicht kann die Voltaische Säule mit nichts besserem verglichen werden, als mit einer Batterie von unendlicher Capacität, die aber nur bis zu einer schwachen Tension geladen ist. Daß in diesem Falle die Voltaische Säule *alle Bedingungen ihrer Wirksamkeit*, d. h., des electrischen Stroms von einem Pole zum andern, oder durch die geschlossene Säule, *in sich vereinigt*, so daß sie nun vollkommen isolirt seyn kann, (ein in sich geschlossenes wirkames Ganze darstellend, gleichsam einen Organismus in der sogenannt unorganischen Natur,) ist eben so wenig zu verwundern, als daß eine Electrirmaschine einen continuirlichen electrischen Strom giebt, wenn an ihr eine Ableitung vom Con-

ductor, (= positivem Pole,) zum Reibezeuge, (= negativem Pole,) statt findet. Auch ist bei der Vergleichung einer Voltaischen Säule mit einer Batterie von unendlicher Capacität, die aber nur bis auf eine geringe Tension geladen ist, noch zu bemerken, daß die Voltaische Säule die Effecte der Ladung einer solchen Batterie, (in Hervorbringung von Erschütterungen u. s. w.,) nur durch die Totalsumme vieler unendlich schnell auf einander folgender schwacher Ladungen und Entladungen hervorbringt. Sie ist gleichsam eine kleine Leidener Flasche, die sich aber in einem Zeitaugenblicke so unendlich oft ladet und wieder entladet, daß sich in gleicher Zeit eben so viel Electricität aus ihr ergießt, als aus einer Batterie von unendlicher Capacität, deren Entladung, d. h., das Einströmen und Durchströmen ihres Electricitätsvorraths in und durch einen Ableiter, z. B. durch den menschlichen Körper, ebenfalls nicht in einem metaphysischen Zeitaugenblicke, sondern bloß in der Succession unendlich vieler kleiner Zeittheilchen geschehen, und folglich in der Hinsicht mit der Succession unendlich vieler Entladungen einer kleinen Leidener Flasche sehr wohl verglichen werden kann.

X. So groß nun die electrischen Wirkungen der Voltaischen Säule wegen der außerordentlichen Quantität von Electricität sind, welche sie in ihrem electrischen Strome, in einer gegebenen Zeit, mittheilt, und so sehr sie in dieser Hinsicht auf gewisse Art die stärksten Electrismaschinen übertrifft: so unwirk-

sam und gleichsam unelectrisch muß sie wiederum
 auf der andern Seite, wegen der schwachen Ten-
 sion, bis zu welcher sich die Electricität in ihr an-
 häufen oder vielmehr polarisiren läßt, erscheinen.
 In dieser *schwachen Tension* sind folgende Erschei-
 nungen gegründet: a. die schwachen und auf keine
 große Weite statt findenden *Anziehungs- und Repul-*
sionserscheinungen; eine geriebne Siegelacksstange
 übertrifft in dieser Hinsicht eine Voltaische Säule
 von 200 Plattenpaaren. — b. Die äußerst geringe
Schlagweite der Funken, die damit parallel läuft;
 eine Schlagweite, die bei niedrigen Säulen, z. B.
 von 20, 30 Plattenpaaren, ein Minimum ist, und
 erst bei Säulen von 100, 200 Plattenpaaren merklich
 wird. — c. Die verhältnißmäßig gegen die starken
 Wirkungen des Stroms *schwachen electrischen Fun-*
ken der Voltaischen Säule, deren Schwäche mit *b*
 parallel läuft. In so fern indess auf die Lebhaftig-
 keit dieser Funken, außer *der Länge* des Luftraums,
 auch die *Quantität* von *Electricität*, die in einer
 gegebenen Zeit durch diesen Luftraum durchbricht,
 Einfluß hat, ist jedoch die Lebhaftigkeit der Fun-
 ken der Voltaischen Säule für diese schwache Ten-
 sion verhältnißmäßig noch sehr stark, wie die Ver-
 suche hinlänglich beweisen. — d. Die *Nichtleitung*
der Electricität der Voltaischen Säule durch sehr un-
vollkommne Leiter, die einen zu großen Widerstand
 einer Electricität von so schwacher Tension entge-
 gensetzen. Leitung und Nichtleitung der Electri-
 cität sind sehr relativ, und hängen ganz von der Ten-
 sion

son derselben ab. Daher wurden viele negative Fälle von Leitung bei einfachen galvanischen Ketten, wo die electriche Tension, (ehe nämlich ein wirklicher Strom eingeleitet ist,) überaus schwach ist, durch Verstärkung dieser electriche Tension in der Voltaischen Säule positiv. (Glühendes Glas, Lichtflamme u. s. w.)

XI. Vergleicht man in diesen beiden Hinsichten, (IX, X,) den electriche Apparat Volta's mit den gewöhnlichen *Electrifirmaschinen*, so kann man sagen, daß dieser Apparat, aus dem einen Gesichtspunkte betrachtet, die *stärkste*, und aus dem andern Gesichtspunkte betrachtet, (sofern nämlich eine gewisse Höhe der Säule zum Maassstabe angenommen wird,) die *schwächste* *Electrifirmaschine* ist, und daß diese Verschiedenheit wesentlich auf der Verschiedenheit des Electricität-erregenden Körpers, der bei beiden electriche Apparaten angewandt wird, beruht. Volta's Apparat ist die *stärkste* *Electrifirmaschine*, wenn man auf den continuirlichen electriche Strom sieht, und dieser stärkere electriche Strom wird in ihr möglich, weil sie aus lauter mehr oder weniger vollkommenen Leitern zusammengesetzt ist, während bei den gewöhnlichen *Electrifirmaschinen* der angewandte electriche Körper, als ein sehr unvollkommener Leiter, die Mittheilung der erregten Electricität an den Conductor und sofort zurück an das Reibezeug, (wenn wir auch diesen electriche Apparat zur strengern Analogie uns unter der Form eines in sich zurückgehen-

den Ganzen vorstellen,) und folglich den ganzen electricſchen Strom retardirt. Er iſt die *ſchwächſte* Electrifiſirmaſchine, wenn auf die Anhäufung von Electricität bis zu einer gewiſſen Tenſion, (Verdichtung,) Rückſicht genommen wird. Der Conductor der gewöhnlichen Electrifiſirmaſchinen erlaubt eine groſſe Anhäufung von Electricität, weil hier ein ſchlechter Leiter der Electricität zwischen dem poſitiven, (Conductor,) und negativen Pole, (Reibzeug,) zwischen liegt. In der Voltaſchen Säule wirkt die vortreffliche Leitungskraft der Körper, aus denen ſie beſteht, einer ſtarken Anhäufung oder Verdichtung an einem, und einer ſo ſtarken Abnahme am andern Ende, (kurz, einer ſo hohen Polarität,) entgegen, und die ſtatt findende Polarität iſt gleichſam nur die Wirkung des Uebergewichts der Impulſion nach einer Seite hin, über die Leitungskraft. Daraus folgt denn auch, daſs ſich eine Voltaſche Säule denken läſst, die auch in der zweiten Rückſicht die ſtärkſte Electrifiſirmaſchine übertreffen könnte, in ſo fern nämlich die Impulſion durch Vermehrung der Plattenpaare ins Ungemeſſene wachſen kann, während die Leitungskraft dieſelbe unveränderte Gröſſe bleibt. — Säulen von 400 Plattenpaaren haben ſich dieſem Geſetze gemäß in Rückſicht auf ihre groſſe electricſche Tenſion bewieſen.

XII. Die Abänderung der Wirkungen der Voltaſchen Säule dem Grade nach, (Verſtärkung oder Schwächung,) bei einerlei Zahl von Plattenpaaren, (gleichſam bei einerlei Electricität-erregendem Kör-

per,) durch *Abänderung der feuchten Zwischenleiter*, oder *Abänderung der Oberflächen*, in welchen diese feuchten Zwischenleiter die Metallplatten berühren, (*Abänderung der Grösse der Metallplatten*,) hängt nicht von einer *Abänderung der electricischen Spannung* oder der *electricischen Polarität der Voltaischen Säule*, sondern *von einer Abänderung des electricischen Stroms in Rücksicht auf Geschwindigkeit*, (*Beschleunigung oder Retardation*,) ab. Voltaische Zink-Silber-Säulen von gleicher Anzahl von Plattenpaaren zeigen gleiche electricische Polarität, man mag bloßes *Wasser*, oder *Kochsalzauflösung*, oder *Salmiakauflösung*, oder *Potassenauflösung* zur Befechtung der Zwischenleiter anwenden. Eben so zeigen Voltaische Säulen von grossen oder kleinen Metallplatten, bei gleicher Anzahl und Natur der Plattenpaare, gleiche electricische Polarität. Die Differenz ihrer Wirkungen hängt also höchst wahrscheinlich von der verschiedenen Leitungskraft der feuchten Zwischenleiter für den electricischen Strom ab, die sich theils nach der Natur des flüssigen Körpers, theils nach der Grösse der Oberfläche richtet. Eben darum wird die Wirkung durch Salmiakauflösung und durch grosse Oberflächen, (wenigstens in einer Hinsicht,) so sehr verstärkt.

XIII. *Concentrirte Säuren, Schwefelalkali* und einige andere Körper sind in der Berührung mit den Metallen fast eben so wirksam, wie die Metalle unter sich selbst. Daher *vermindern* sie die electricische Tension und alle Wirkungen, die vom electricischen

Strome abhängen, außerordentlich, wenn sie als feuchte Zwischenleiter angewandt werden. Dagegen kann man aus ihnen wirksame Voltaische Säulen errichten, wenn man sie als *Electricität-erregenden Körper* selbst mit einem oder dem andern Metalle combinirt, und die gewöhnlichen mehr indifferenten Zwischenleiter anwendet. Doch verlieren solche Säulen früher ihre Wirksamkeit, weil das Wasser des feuchten Zwischenleiters sich mit der Säure, dem Schwefelalkali u. s. w. sehr bald verbindet, und ihre *Electricität-erregende Kraft* dadurch schwächt.

XIV. Was die *Pole* einer Voltaischen Säule betrifft, so müssen sie immer nach der relativen Lage der Metalle in dem eigentlichen Elemente der Voltaischen Säule, dem Metall-Plattenpaare, bestimmt werden, so daß der positive Pol sich immer nach der Richtung hin befindet, nach welcher das positive Metall liegt, und nach welcher hin der electrische Andrang statt findet, so wie der negative Pol nach der entgegengesetzten Richtung.

Dies, verehrungswürdigster Freund, sind die Grundzüge einer electrischen Theorie der Erscheinungen der Voltaischen Säule. Vieles, was nur kurz angedeutet ist, bedarf noch einer weitern Ausführung; sie soll an einem andern Orte gegeben werden. Ueber No. I und II habe ich einen sehr interessanten handschriftlichen Aufsatz von Volta,

den ich Ihnen, sobald ich nur Muße habe, im Auszuge mittheilen werde. Eine ausführliche Darstellung der ganzen Theorie, von der Meisterhand des großen Erfinders selbst, mit allen Beweisen und Belegen, müßte außerordentlich interessant seyn. Indessen habe ich nicht länger säumen wollen, wenigstens diesen kurzen Auszug vorläufig der Prüfung fachkundiger Naturforscher vorzulegen. Da Volta's Erklärung natürlich in dieser aphoristischen Darstellung meine eigne wurde, und ich folglich auch nach meiner Weise und Individualität die Worte zum Ausdrucke, die Beispiele zur Erklärung wählte, so mögen vielleicht manche Einwürfe dagegen, nicht sowohl Volta's Theorie, als meine Darstellung treffen. Indessen kann ich wenigstens das verbürgen, daß ich in den Hauptpunkten als ein getreuer Dollmetscher betrachtet werden darf. So viel Treffliches, eindringend und genau Beobachtetes, und tief Gedachtes auch Ritter in seinen Briefen an Sie über die electriche Polarität der Voltaischen Säule gesagt hat, so finde ich doch nirgends Volta's Ansicht selbst; die Fundamentalversuche für eine solche Erklärung, die Ladung großer Batterien betreffend, gehören dem großen Physiker von Como eigenthümlich, und *nur sie konnten auf eine solche Erklärung leiten*, so wie hinwiederum die erste Abhandlung einer solchen Erklärung diese Versuche veranlassen mußte.

Wenn ich in meiner vorläufigen Ankündigung äußerte, daß die electriche Theorie der Voltai-

sehen Säule eben so vollendet sey, als die Theorie irgend einer Klasse von electrischen Erscheinungen überhaupt, so meinte ich den schwierigen Punkt der Electricitätserregung selbst. Die Art, wie die Störung des electrischen Gleichgewichts bei der wechselseitigen Berührung zweier Metalle auf einander erfolgt, ist allerdings ein Geheimniß. Ist es aber nicht eben so wohl die Art der Electricitätserregung beim Reiben des Glases durch einen Leiter? Jenes erste Geheimniß als bloße Thatfache der Erfahrung zum Grunde gelegt, (und als Thatfache der Erfahrung ist es eben so fest begründet, als die Electricitätserregung beim Reiben des Glases,) folgt alles Uebrige von selbst, und stimmt vollkommen mit den bekannten Gesetzen der Electricität überein. Dieses Geheimniß zu enträthseln, darauf müssen allerdings nun unfre Bemühungen gerichtet seyn. Aber, werden wir es je ganz enträthseln? Werden wir nicht auf unserm Wege, wenn wir dieses Geheimniß enträthselt haben, auf ein neues anfangs entfernteres, nun aber nur näher gekommenes, stoßen? Werden wir die Kette je bis zum letzten Gliede, mit welchem sie an Jupiters Throne festhängt, verfolgen können?

Zusatz des Herausgebers.

Es sey mir erlaubt, zu IV ein paar Conjecturen nachzutragen, über die Vertheilungsart der Electricität in Säulen aus mehr als zwei Schichtungen, je nachdem sie mit der Erde an einem Pole in leitende Verbindung gesetzt, oder isolirt, oder völlig geschlossen sind, da mir dieses ein Hauptpunkt in der Theorie zu seyn scheint, der zwar aus IV folgt, aber doch besonders herausgehoben zu werden verdient. Irrte ich mich dabei, so mag dieses wenigstens Gelegenheit zu Berichtigungen geben.

Es werde die Intenfität, (Tension, Spannung,) der Electricität, welche, wenn zwei isolirte Platten Zink, (Z,) und Silber, (S,) sich berühren, in jeder dieser Platten entsteht, 1 gesetzt: so ist das Schema der Electricität bei völliger Isolirung beider $Z + 1$, $S - 1$; dagegen, wenn an der Zinkplatte eine Ableitung angebracht ist $Z 0$, $S - 1$, und befindet sich die Ableitung an der Silberplatte $Z + 1$, $S 0$. Dieses beweisen Volta's Versuche mit Scheiben 3 Zoll im Durchmesser, welche er in Gren's *neuem Journal der Physik*, B. 4, S. 474, beschreibt.

Man denke sich nun eine Volta'sche Säule aus 3 Schichtungen, die den Zinkpol unten, den Silberpol oben habe. Steht der Zinkpol mit der Erde in leitender Verbindung, so ist das Schema ihrer Electricität wie in A, wofern man annimmt, daß die feuchten Leiter gar nicht als Erreger, sondern lediglich als Fortleiter der durch die Metalle in ihrer gegenseitigen Berührung erregten Electricität wirken. In je zwei sich berührenden Zink- und Silberplatten ist der Unterschied der Tension 1, welches auch der absolute electrische Zustand beider Platten sey; daher vervielfältigt sich die Wirkung der Plattenpaare, und wächst

mit diesen nach arithmetischer Ordnung, (VI.) Wird die Ableitung allein an den Silberpol angebracht, so ist das Schema der Electricität wie in B. — Befinden sich an keinem der beiden Pole Ableitungen, so muß der electrische Zustand das Mittel zwischen den beiden vorigen halten, wo in A der Silberpol, in B der Zinkpol ohne Ableitung war, und daher das Schema der Electricität völlig isolirter Säulen das unter C seyn. Sie haben ihren Nullpunkt in der Mitte, und ihre Endplatten zeigen nur eine halb so große Tension als in Säulen, an denen am entgegengesetzten Pole eine Ableitung angebracht ist, wie das durch Ritter's Versuche, *Annalen*, VIII, 446 f., auf vielfache Art bewährt ist. Der Unterschied der Tension zweier sich berührender Metallplatten ist auch in ihnen 2, wie es in jedem Falle seyn muß, wo die Sollicitationen derselben gleichnamig, (d. i., nach einerlei Richtung und nicht einander entgegen,) wirken, und worin ein Ruhestand in dem electrischen Fluidum statt findet. Damit stimmt auch Ritter's Schema der wahren Electricitäts-Gegenwart in der galvanischen Batterie, *Annalen*, VIII, 455, überein, in so fern es wie das folgende unter D gedacht wird.

	A	B	C	D	E
S	-6	0	-3	-3+0	0
Z	-4	+2	-1	-2+1	0
f. L.					
S	-4	+2	-1	-2+1	0
Z	-2	+4	+1	-1+2	0
f. L.					
S	-2	+4	+1	-1+2	0
Z	0	+6	+3	0+3	0

Ziemlich dasselbe, wie in diesem Falle völliger Isolirung, muß statt finden, wenn an beiden Polen Ableiter angebracht sind; nur mit dem Unterschiede, daß dann alle Tensionen, wegen der beständigen Ab-

leitung, wobei kein Ruhestand eintritt, dem Grade dieser Ableitung entsprechend, etwas geschwächt seyn werden. Ist die Ableitung so stark, daß sie die Pole beide auf 0 bringt und darin erhält, so müssen auch alle übrigen Plattenpaare, wegen der entgegengesetzten, von beiden Polen her nach A und B bezweckten Tensionen, eine Tension 0 erhalten. Doch scheint nur eine *vollkommne Schließung* der Säule, eipe so vollständige Ab- und Zuleitung bewirken zu können, (vergl. Ritter's Versuche, *Annalen*, VIII, 450 und 456,) und das Schema E, wesentlich das Vorhandenseyn eines beständigen Strömens von großer Geschwindigkeit von der — nach der + Seite durch die Säule zu erfordern, wobei zwar die entstehenden Tensionsunterschiede in jedem Plattenpaare da seyn können, deshalb aber doch die Tensionen der Plattenpaare selbst nicht über 0 hinauszusteigen brauchen.

Geht im *feuchten Leiter* in keinem Falle eine ähnliche Vertheilung der Electricität vor, wie sie Erman in einer angefeuchteten hänsnen Schnur, im Wasser des Gasapparats u. f. w., (*Annalen*, VIII, 207; X, 4 f.) bemerkt hat?

V.

FORTGESETZTE BEOBACHTUNGEN
von Sternschnuppen,

aus

einem Schreiben des Hrn. Dr. BENZENBERG.

Hamburg den 14ten Januar 1802.

Der vorige Herbst, der sich allen astronomischen Beobachtungen so ungünstig zeigte, war es nicht minder für die Beobachtung der Sternschnuppen. Die Witterung war fast anhaltend trübe, und wenn es sich auch aufhellte, so geschah es entweder nur an einer Seite des Himmels, oder so, daß man offenbar sah, die Helligkeit erstreckte sich nur über einen kleinen Erdstrich, und nicht über einen Raum von 30 bis 50 Meilen. Von den Beobachtungen der Sternschnuppen läßt sich, der Natur der Sache nach, nur dann etwas erwarten, wenn man sicher seyn kann, daß es über ganz Deutschland hell ist; und dieses läßt sich nur dann annehmen, wenn das Wetter mehrere Tage nach einander heiter ist, und man des Abends nach allen Seiten die Sterne bis nahe an den Horizont sehen kann.

Nach dieser Einleitung werden Sie glauben, daß wir gar keine correspondirenden Beobachtungen erhalten haben. Wir haben ein paar erhascht, aber freilich keine hundert. Die Resultate der Berechnung dieser beiden correspondirenden Beobachtun-

gen setze ich mit der fortlaufenden Nummer unsrer Göttinger Beobachtungen, (*Annalen*, VI, 227.) hierher.

No. XXIII. Am 15ten September. Eine Sternschnuppe 5ter Gröfse. Anfang und Ende in die Karten gezeichnet.

Entfernung des Anfangspunkts von der Erde 7,7 geogr. Meilen.

Entfernung des Endpunkts 8,2 geogr. M.

Länge der durchlaufenen Bahn $1\frac{1}{2}$ geogr. M.

Des Orts, wo sie im Zenith verschwand, Länge $28^{\circ} 3'$, Breite $53^{\circ} 22'$.

Beobachter Brandes in Eckwarden und Benzenberg in Ham bei Hamburg. — Länge der Standlinie 14 Meilen.

Sichtbar über 240 Meilen über dem Horizonte.

No. XXIV. Am 3ten October. Beobachter und Beobachtungsorte die nämlichen. Eine Sternschnuppe 4ter Gröfse. — Der Endpunkt gezeichnet in die Karten.

Höhe des Endpunkts über der Erde 7,1 geogr. M.

Des Orts, wo sie im Zenith verschwand, Länge $27^{\circ} 7'$, Breite $53^{\circ} 5'$.

Sichtbar über 210 Meilen über dem Horizonte.

Sie sehen, dafs, ungeachtet des ungünstigen Himmels, unsre Kenntnifs der Sternschnuppen doch vorigen Herbst um ein beträchtliches weiter gekommen ist: denn diese Beobachtungen beweisen, 1. dafs man bei grössern Standlinien eben so gut correspondirende Beobachtungen erhält, wie bei kleinern; — 2. dafs man selbst Sternschnuppen der 4ten und 5ten Gröfse mit Erfolg auf Standlinien von 14 Meilen beobachten kann; — und 3. bestätigen sie die Be-

obachtungen, welche wir in Göttingen auf kleinen Standlinien von 1 bis 2 Meilen angestellt haben, indem unsre jetzigen Bestimmungen zuverlässiger und genauer sind, da unsre Standlinie doppelt so groß war, wie die Entfernung der Sternschnuppe von der Erde.

Wir haben an Dr. Pottgießner in Elberfeld einen sehr fleissigen Mitbeobachter gehabt. Bei der GröÙe der Standlinie zwischen Elberfeld und Hamburg, (40 geogr. Meilen,) war bei dem ungünstigen Himmel auf keine Correspondenz zu rechnen. Doch hat Dr. Pottgießner eine Sternschnuppe am 2ten Oct. nahe am Zenith beobachtet, von der es wahrscheinlich ist, daß sie die nämliche war, die ich als eine erster GröÙe am Horizonte sah. (*Annal.*, IX, 370.) Sobald ihre Identität entschieden ist, werde ich es Ihnen melden. Ich habe die Entfernung dieser Sternschnuppen von der Erde vorläufig auf ungefähr 25 Meilen geschätzt.

Die Anzahl der Sternschnuppen war auch in diesem Herbste 7 bis 8 in der Stunde,

* * *

Im Frühjahre haben wir hier beständig Ostwinde, die uns gewöhnlich anhaltend heiteres Wetter bringen. Die Zeit wird für Sternschnuppen-Beobachtungen günstig seyn. Voriges Frühjahr waren einige Abende, an welchen der Himmel völlig schwarz war, und an welchen in jeder Vierteltunde 3 oder 4 der schönsten Sternschnuppen 1ster GröÙe erschienen.

Wir werden dieses Frühjahr diese Beobachtungen an folgenden Abenden fortsetzen:

Vom 13ten März bis 8ten April von 8 bis 10 Uhr.

Vom 22ten April bis zum 9. Mai von 9 bis 11 Uhr.

Da diese Beobachtungen in einer milden heitern Nacht, in der die Sternschnuppen häufig erscheinen, nichts weniger als ermüdend und unangenehm sind; so haben sich einige der Beobachter entschlossen, an den Abenden, an denen das Wetter vorzüglich günstig ist, die ganze Nacht zu beobachten. Die gemeinschaftlichen Beobachtungslinien schneiden sich im Zenith von Bremen.

Ich wünschte, daß die Beobachter die kleinen Sternkarten von Bode gebrauchten. In die schwarzen Sternkarten des Weimarschen Industrie-Comptoirs läßt sich nicht zeichnen; auch finden sich in diesen die Sterne nicht so leicht wie in jenen. — Dann wünsche ich auch, daß sie ihre Zeitbestimmung nach einer Pendeluhr machten, bei der der Fehler der Zeit nicht über 1 Minute ginge. Ist der Fehler größer, so muß man bei der Rechnung zu viele zusammenprobiren, und man sieht erst am Ende der Rechnung, daß sie nicht zusammengehören. Zu diesen physikalischen Zeitbestimmungen sind die hölzernen Sextanten und die Stuben-Sonnenuhren des Predigers Müller sehr brauchbar. Sie kosten nur 1 Rthlr.

VI.

*Auszug aus einem Schreiben
des Herren Bergraths HACQUET
an Herrn Bergcommissär WESTRUMB
in Hameln.*

Lemberg den 1sten Juli 1801.

Zu Ende Mai und Anfang Juni vorigen Jahrs sind wir in diesem Lande mit sehr vielen *Feuersbrünsten* heimgesucht worden, die bei der geringsten Veranlassung entstanden, und deren eine auch in einer unsrer Vorstädte 95 Häuser und 2 gemauerte Kirchen einäscherte. Alle angewandte Hülfe konnte dem Feuer nicht steuern, bis es isolirt und so begrenzt wurde. Nach dem vorigen sehr heftigen Winter trat die Wärme, wie in Norden gewöhnlich ist, sehr spät, aber desto heftiger, ein. Die letzten Tage des Mai und die ersten des Juni waren sehr heiß, und alle Pflanzen dufteten stark aus; in den Carpathen schmolz der Schnee stark zusammen, welches uns viele kalte Nächte verursachte; die Wasser waren, (wie ich sie aller Orten in den Alpen beobachtet habe, sie hier aber sonst das ganze Jahr hindurch nicht sind,) alle etwas weiß, oder, wieder Alper sagt, milchicht; und auch hier taugten diese Wasser zum Bleichen der Leinwand besser als sonst, so wie in einigen Ländern die März-, (hier die April-

wasser,) mancher Jahre aus eben dem Grunde, z. B. zur Tinte, die dann keinen Schimmel erhält und vor Fäulung bewahrt bleibt, u. dergl. m., nutzbarer find. Seit mehr als 30 Jahren habe ich stets über dieses Phänomen nachgedacht, ob es nicht durch eine eigne, dem Wasser um diese Zeit beigemischte Säure, z. B. durch die Luftsäure, veranlaßt werde. Als ich aber versuchen ließ, mit Sauerbrunnen oder luftgesäuertem Wasser ohne Eisen, die Leinwand auf der Bleiche zu begießen, zeigte sich nicht der geringste Unterschied zwischen diesem und gewöhnlichem Wasser. — Da sich dieses aber mit dem Schneewasser im Frühjahr ganz anders verhielt, so weiß ich nicht, ob ich die Ursach, daß es die Leinwand schneller reinigt und weiß macht, in einer Säure, oder in der darin enthaltenen Kälte suchen soll.

Als ich zu Anfang Mai 1800, wie alljährlich, die *Luft-Prüfungslehre* vornahm, kam ich auf die Idee, daß bei hohen Gebirgen, wo im Frühlinge der Schnee schmilzt, und dann das ganze Pflanzenreich in den kältern Regionen in einem Monate einen eben solchen Grad von Entwicklung, als kaum in mildern Gegenden in noch einmahl so langer Zeit erhält, die Atmosphäre, bei diesem heftigen und schnellen Wachstume des Pflanzenreichs, mehr mit Sauerstoffgas, als in den übrigen Jahreszeiten, bei gleich schönem Wetter, angefüllt seyn müsse; und dieses scheinen die Versuche zu

bestätigen. Ich bediene mich zur Prüfung der Luft stets der Methode meines verewigten Freundes und Lehrers Ingenhous. Zu Anfang Mai 1800 war bei uns der Barometerstand $27'' 7'''$. Die Winde kamen aus Südost, und die Prüfungen gaben durch das Salpetergas-Eudiometer 1,03: das ist, 1 Maass Salpetergas von 100 Abtheilungen und eben so viel gemeine Luft, (zusammen also 200 Abth.) hatten 97 Unterabtheilungen verloren. Ob nun gleich täglich 3mahl Luftprüfungen vorgenommen wurden, so änderte sich doch diese Luftgüte von 1,03 nicht, bis zum 16ten Mai. Die Winde waren unbeständig, das Barometer sank den 17ten bis auf $27'' 5'''$. Das Thermometer hatte im Schatten nur 15° , und darauf war die Luftgüte 1,04. Den 20sten war sie schon 1,01, den 25sten aber 0,96. Die Winde kamen aus Südost. Das Barometer stieg auf $27'' 10'''$; (zwar giebt der Nonius meines Barometers noch Zehntel von Linien an, dieses hielt ich indess der Achtung wenig werth, so wie auch die geringe Veränderung des Wärmemessers.) Den 28ten Mai und folgende Tage veränderte sich das Barometer wenig, aber das Thermometer stieg bis 18 und 19° . Die Luftgüte nahm stets zu, so dafs sie den 5ten und den 6ten Juni, (den Tag der erwähnten Feuersbrunst in Lemberg,) 0,905 war. Da ich meine Versuche in meiner Behausung 100 Lachter vom Brande gemacht hatte, so fand ich noch den nämlichen Abend der Brunst die Luft nur um 6 Grade schlechter,

ter, (0,965.) Ich ließ mir den andern Tag mit aller Vor-
sicht Luft vom Ende einer andern, eine halbe
Stunde von der noch zum Theil fortdauernden
Feuersbrunst entfernten Vorstadt hohlen, fand sie
aber fast wie Luft den Tag zuvor, nur um 19 min-
der gut, das ist, zu 0,915. *)

Dieses erregte meine Aufmerksamkeit, und ver-
anlaßte mich, voraus zu sagen, es würde noch mehr
dergleichen Unheil entstehen. Wirklich erfolgten

*) Nach Hrn. von Humboldt's Versuchen, An-
nahmen und Berechnungen würde, wenn 100 Thei-
le Salpetergas und 100 Theile atmosphärische
Luft sich so weit absorbiren, daß nur ein Rück-
stand von 103 Theilen bleibt, (da dann nach der
Bestimmungart, deren Herr Haquet sich be-
dient, die Luftgüte 1,03 betrüge,) der wahre
Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft 0,273
seyn. Und so stimmten überhaupt zusammen,

Luft- güte von	Sauer- stoffge- halt
1,03	0,273
1,04	0,27
1,01	0,278
0,96	0,293
0,905	0,3085
0,965	0,292
0,915	0,3055

(vergl. *Annalen*, III, 89.) Zwar
gilt gegen die Haquet'schen Be-
obachtungen Alles, was man mit
Recht gegen die Humboldt'schen
eingewandt hat. Wenn sie aber stets
mit Sorgfalt und auf einerlei Art
angestellt sind, so möchten sie für
den Unterschied in der Luftgüte

allerdings beweisend seyn; sollte auch ihr absoluter
Werth zu groß seyn. Wenigstens ginge von allen
0,02 für den Feuchtigkeitsgehalt der Luft ab; und

auch noch Feuersbrünste an verschiednen Orten der Stadt, in eben der und der folgenden Woche, so wie im nämlichen Monate an verschiednen Orten von Ost- und Westgalizien, ohne daß man sagen konnte, das Feuer sey aus Nachlässigkeit oder vorsätzlicher Bosheit entstanden. Letzteres war zwar der gemeine Wahn; aber bald entstand ein Brand in den Rauchkanälen bei kleinem Feuer, bald eine Entzündung bei Destillationen des Branntweins, und dergl., was die Menschen in die größte Verwunderung stürzte, so daß man gar Geister in Verdacht hatte. Ein unwissendes Volk aus seinem Irrthume zu bringen, dazu war ich lange nicht vermögend, da Naturkenntnisse in Sarmatien noch wenig oder keinen Eingang gefunden haben, und die grössere Menge jeden verhöhnt, der mit Kenntnissen und Rath an die Hand gehen will, um Verwüstungen vorzubeugen.

Seit dem Jahre 1744, wo ich in dem großen Brande von Laybach in Krain mit inbegriffen war, und wo dort in einem Monate, (von der Mitte Juni

so wären die Gränzen der Beobachtung 0,15 und 0,188, welches, (ist Herren Haquet's Vermuthung gegründet,) ganz wohl mit den Parrot'schen Beobachtungen, (oben S. 212,) zusammenstimmen würde. Möchte es doch Hrn. Haquet gefallen, diese Beobachtungen mit einem Parrot'schen Phosphor-Eudiometer zu wiederholen, d. H.

bis in die Mitte Juli,) über 400 Steinhäuser mit Ziegeln gedeckt, abbrannten, war ich stets aufmerksam, wie das doch zugeing, daß so viel Feuersbrünste in Städten und Dörfern um diese Jahreszeit sich ereigneten. Vor 7 Jahren, als ich nochmalils den gebirgigen Landesstrich von Ungarn bereifte, sah ich Ende Mai und Anfang Juni ohnweit Kásmark, vor dem höchsten Carpathen, 6 grose Dörfer durch das Feuer von Grund aus zerstört. So erfuhr ich das nämliche in eben den erwähnten Monaten in den Jahren 1764 und 65 in Siebenbürgen, ohne daß man von allen diesen Bränden die geringste Ursach angeben konnte, als, es sey das Feuer mit Vorsatz bewirkt worden, so wie man es noch bei allen Selbstentzündungen that, und wie ich ein merkwürdiges Beispiel davon in Crell's *Annalen* vom Jahre 1789 mitgetheilt habe, wo in Ostgallizien in dem Städtchen Kollázgie eine solche Feuersbrunst entstand, und man eben der Meinung war, das Feuer sey angelegt worden, bis ich dem Eigenthümer das Gegentheil bewies. Ausser den hier genannten Feuersbrünsten könnte ich noch viel andere, weniger beträchtliche, aufzeichnen, die hier im Lande alle Jahr um diese Zeit entstehen, wenn der Raum eines Briefs es zuliesse.

Indessen ist dieses schon genug, zu schliessen, daß zu gewissen Zeiten brennbare Körper mit geringerer Verursachung in Brand gerathen, als sonst, und daß

diese Ursache bloß in der Atmosphäre zu suchen sey. Wenn dieses einmahl genugsam erwiesen seyn wird, wird man vier Arten von Feuersbrünsten und deren Verursachung unterscheiden müssen; 1. Solche, die durch Menschen und Thiere mit hinlänglich brennenden Körpern zu allen Zeiten; 2. nur mit schwach brennenden Körpern und nur zu gewissen Zeiten, wo der Dunstkreis Anlage dazu hat, verursacht werden können; 3. Feuersbrünste durch Selbstentzündungen oder durch Gährungen, folglich ohne alle thierische Hilfe erzeugt, und 4. Feuersbrünste durch Wetterschläge.

Es ist aus der Physiologie der Pflanzen bekannt, daß bei Tage aus den Blättern, (nicht auch aus den Blüthen,) eine Menge Sauerstoffgas ausgehaucht, und die Atmosphäre damit verbessert wird, und daß, je geschwinder der Wachsthum der Vegetabilien vor sich geht, diese organischen Körper die Luft und das Wasser desto stärker zersetzen, von der Luft den Kohlenstoff, auch vielleicht etwas Stickstoff, so wie vom Wasser das Hydrogen zu ihrem Wachstume und ihrer Nahrung bei sich behalten, das Oxygen aber mit Hilfe des Tageslichts und der Sonne in die Atmosphäre fahren lassen. Dabei ist aber doch die Luft im Winter reiner als sonst, und enthält mehr Lebensluft, wovon die Ursach vielleicht darin liegt, daß die Atmosphäre zu dieser Zeit mit weniger Stickluft angefüllt werden kann,

da die Fäulung der organischen Körper in der Kälte wenig oder gar nicht von Statten geht. Sollte vielleicht, da Schneewasser im Frühjahr eine so vorzügliche Wirkung beim Bleichen, Färben, Brauen u. s. w. hervorbringt, der Schnee eine anziehende Kraft gegen die Lebensluft besitzen, so daß Schnee wie ein oxydirtes oder übersäuertes Wasser anzusehen wäre, und ist diese Uebersäuerung etwa auch hier an der weissen Farbe schuld? *) Doch dem sey

- *) Unter der Voraussetzung, daß Fische, indem sie im Wasser athmen, das dem Wasser beigemischte Sauerstoffgas daraus abscheiden, und im Wasser, welches alles beigemischten Sauerstoffgas beraubt ist, sogleich sterben, hält sich Carradori berechtigt, aus seinen Versuchen mit Fischen in Schneewasser zu schliessen, daß das Schneewasser kein Sauerstoffgas gebunden enthalte, und aus der atmosphärischen Luft selbst später als anderes Wasser, Sauerstoffgas absorbire. Dagegen hatte Haffenratz früher daraus, daß Schnee bei seinem Zergehn Lackmustinctur stärker röthete, und aus einer sehr reinen Eisenauflösung mehr Eisenoxyd niederschlug, als eben so viel destillirtes Wasser, geschlossen, *Schnee sey ein mit Sauerstoff gesättigtes Wasser*; ein Schluss, den Carradori für nicht gültig hält. Da man über die Art, wie Sauerstoff mit Wasser sich verbinden kann, noch allzuwenig Versuche hat; so scheint die Frage: ob Schnee oxygenirtes Wasser ist, oder nicht, in der That noch unentschieden zu seyn.

d. H.

wie ihm wolle, so scheint mir so viel gewiß, daß auch im Winter, wenn die Luftgüte bis auf 0,96, oder selbst bis auf 0,90 und weiter steigt, leicht Entzündungen, aber nur in den Rauchkanälen, wie ich vor 2 Jahren beobachtet habe, entstehen, indem nur an solchen Orten der Wärmestoff oberflächlich oder zum Theil frei ist, insofern er in den übrigen brennbaren Körpern gebunden bleibt. Ich fand einmal im Winter 1789 die Luftgüte 0,875.

VII.

A N Z E I G E.

Obgleich Buchhändleranzeigen nicht für diese Annalen gehören, so glauben wir doch bei einem klassischen Werke wie folgendes, das in der Hand, nicht bloß des Altronomen, sondern auch des Physikers zu seyn verdient, eine Ausnahme machen zu müssen.

Herr Oberamtmann Dr. Schröter wird den längst gewünschten 2ten Theil seiner *selenotopographischen Fragmente zur genauern Kenntniß der Mondfläche, ihrer erlittnen Veränderungen und Atmosphäre*, mit 32 saubern Kupfertafeln von Tischbein, und einem vollständigen Register über beide ungefähr gleich starke Theile, in der bevorstehenden Leipziger Jubilate-Messe, in Commission der *Harjes'schen Kupferdruckerei* zu Lilienthal herausgehen. — So sehr auch der erste Theil die Wissbegierde der Altronomen, Naturforscher und Liebhaber schon befriedigt hat, so wird ihn doch gewiß dieser 2te Theil beträchtlich hinter sich lassen, da er die Früchte viel weiter dringender, 10jähriger, mehrentheils mit den größten Instrumenten bewerkstelligter Forschungen liefert. Die Beobachtungen zufälliger veränderlicher Erscheinungen eines und eben desselben Flächentheils, die in der verschiedenen Modification der Mondatmosphäre, und wahrscheinlich

such in selenitischen Gewerben und Cultur der Fläche ihren Grund haben, die man hier findet, sind kaum zu zählen, und erst jetzt vermag der Naturforscher die Landschaften des Mondes, als Länder einer benachbarten Welt, in seinem Cabinette, mit gründlich-physischem Ueberblicke zu bereisen. Der Pränumerations- und Subscriptionspreis dieses, mit großen Kosten verbundenen, wichtigen Werks ist $1\frac{1}{2}$ Pistolen, und die Subscription dauert bis Ostern 1802. Die Pränumeranten und Subscribenten erhalten die besten Kupferabdrücke und den Text auf Schreibepapier. Der nachherige Ladenpreis ist $2\frac{1}{2}$ Pistolen. Denjenigen, welche das Geschäft des Sammelns übernehmen, so wie allen angeesehenen Buchhandlungen, welche subscribiren oder in der Folge Exemplare verschreiben, werden 10 pro Cent vergütet. Briefe und Gelder werden an die Harjesche Kupferdruckerei, oder an den bei der Lilienthaler Sternwarte angesetzten Mitbeobachter, Hrn. Harding, übersandt, welcher die Direction der Versendung übernommen hat. Die Hrn. Subscribenten des ersten Theils, welche nun auch den zweiten zu erhalten wünschen, werden besonders ersucht, ihre Namen zeitig einzufenden, damit sich dieser zweite Theil nicht zu früh für sie vergreife; so wie auch Astronomen, Naturforscher und Naturliebhaber angelegentlichst gebeten werden, die Verbreitung dieses Avertissements zum Besten der Wissenschaft thätigst zu befördern, und ihres Orts Subscription anzunehmen.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, DRITTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

eines neuen Dampfmessers und damit angestellter Versuche über die Expansivkraft des Wasserdampfs in höhern Temperaturen,

von

L. BIKER und H. W. ROUPPE
zu Rotterdam. *)

Seitdem man die Expansivkraft des Wasserdampfs in den Dampfmaschinen als ein mächtiges mechani-

*) Ausgezogen aus den *Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wysbegeerte te Rotterdam. Deel 1. Amsterd. 1800, q. 564 S. mit 12 Kupfertafeln. Dieser ganze Band handelt von den Dampfmaschinen, und enthält 1. eine Geschichte der Dampfmaschinen in Holland, nämlich der alten und neuen Rotterdamer und der Mydrechter Maschine; 2. drei Preisschriften über die Verbesserung der alten Rotterdamer Dampfmaschine; 3. Berichte über sie von Stenstra,*

isches Wirkungsmittel kennt, ist es für die Maschinenlehre wichtig, das Gesetz zu wissen, wonach diese Expansivkraft mit der Hitze des Dampfes anwächst. Der Erste, der dieses durch Versuche auszumitteln suchte, war Ziegler, ein Schweizer, der seinen Apparat, um die Ausdehnungen verschiedener Flüssigkeiten und ihres Dampfes durch Wärme zu messen, in einem 1769 zu Basel gedruckten Werkchen beschrieb und abbildete. *) Er bediente sich des Papinianischen Topfs, den er sammt den

Blaffiere u. s. w., van Swinden und Damer; 4. eine Reihe physikalischer Vorlesungen Biker's über die Natur des Dampfes und über die Dampfmaschinen; und 5. gegenwärtigen nicht unwichtigen Aufsatz, der die interessanten Versuche des Herrn Professors Schmidt in seiner Abhandlung über die Expansivkraft, Dichte und latente Hitze des reinen Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen, (in Gren's neuem Journal der Physik, B. IV, St. 3,) aufs beste bestätigt. Die Reihe der Verhandlungen der Rotterdamer Gesellschaft schloß sich mit dem zwölften Bande.

d. H.

*) *Specimen physico-chemicum de Digestore Papini, eius structura, effectu et usu, primitias experimentorum novorum circa fluidorum a calore rarefactionem et vaporum elasticitatem exhibens, quod, Gradum ad Doct. in Med. sibi paraturus, publ. erud. exam. submitit I. H. Ziegler, Vitoduranus, Basileae 1769. 68 S. 1 Kupfertafeln. 9. Siehe auch Prony's Architecture Hydraulique, Tome 1, p. 6, und Pl. 18, Fig. 211 und 210.*

d. H.

Deckeln mit starken, zusammengeschrobnen, eiser-
 nen Bändern umlegt hatte, damit die erhitzten Was-
 serdämpfe ihn nicht zersprengten. Die Deckplatte,
 (Taf. IV, Fig. 1,) hatte drei Oeffnungen. Die erste,
 A, diente, um Wasser in den Topf zu giessen, und
 wurde mit einer Schlussschraube fest verschlossen.
 Die zweite, B, in der Mitte des Deckels, enthielt ei-
 ne kupferne Röhre, die bis in das Wasser des Topfs
 hinabreichte, und worein Wasser, Oehl, Queckfil-
 ber oder eine andere Flüssigkeit gegossen, und dann
 das Thermometer gesetzt wurde, mittelst dessen
 man die Hitze des Dampfs maass. In der dritten
 Oeffnung, C, befand sich Ziegler's Electrometer;
 eine gläserne cylindrische Flasche, D, in die er ge-
 wöhnlich Queckfilber goß, und in die eine eiserne
 Röhre, E, bis nahe an den Boden hinab hing, an welche
 sich oben eine Glasröhre F dampfdicht anschloß.
 Durch eine Seitenöffnung im obern Theile der Fla-
 sche trat der Dampf aus dem Papinianischen Topfe
 frei über die Queckfilberfläche, und trieb, so wie
 die Expansivkraft desselben zunahm, das Queckfil-
 ber in die Glasröhre höher hinauf. Diese Vor-
 richtung nennt Ziegler sein *physikalisches Elatero-*
meter, und bediente sich ihrer bei niedrigern Gra-
 den der Expansivkraft des Dampfes. Bei höhern
 versah er die Oeffnung C der Flasche, statt mit ei-
 ner eisernen Röhre, mit einer genau darauf passen-
 den Deckplatte, auf der er, vermöge einer Schnell-
 wage, einen gegebenen Druck anbrachte. (Fig. 2.)
 So wie die Expansivkraft des Dampfes über diesen

Druck hinaus stieg, schnellte die Wage in die Höhe! Diese Vorrichtung nennt er sein *mechanisches Elaterometer*. *)

Es fällt leicht in die Augen, daß beide Elaterometer zu genauen Versuchen über die Zunahme der Expansivkraft mit der Wärme des Dampfes, nicht geschickt waren. Denn erstens hatte der Dampf keinen unmittelbaren Zutritt zur Thermometerkugel; die Hitze desselben mußte zuvor durch die kupferne Büchse und eine andere Flüssigkeit hindurchgehn; zeigte sich daher am Thermometer immer zu geringe, und die Ausdehnung des Dampfes bei zunehmender Wärme ließ sich deshalb auf diese Art nicht genau messen. Zweitens enthielt der Papinianische Topf noch Luft, mit dem der Dampf sich mengte, und wobei er in gleichem Wärmegrade nicht zu einer so großen Expansivkraft, als ohne dies gelangt.

Seit Ziegler's Schrift vergingen volle zwanzig Jahr, ehe wieder ein Physiker an die Auflösung jener Frage gedacht hätte. Betancourt's be-

*) Vergleicht man mit diesen Elaterometern Ziegler's die neuern Dampfmesser, so sieht man, daß sie im Wesentlichen alle mit dessen physikalischem Elaterometer übereinstimmen; am Biker'schen findet sich auch eine Nachbildung seines mechanischen Elaterometers. Ziegler's Bemühungen verdienen daher immer, nicht vergessen zu werden.

kanntes *Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau et de l'esprit de vin*, erschien zu Paris gegen Ende des Jahrs 1790. Es enthält die Beschreibung und Abbildung eines neuen, sehr verbesserten Dampfmessers, und treffliche Versuche, durch welche diese Materie in ein helleres Licht gesetzt wurde; dabei waren Ziegler's Bemühungen Betancourt ganz unbekannt geblieben. Auch er machte seinen Dampfmesser aus Kupfer, in Gestalt einer Kugel, die birnförmig ausläuft, und brachte in der Deckplatte 3 Oeffnungen an. (Fig. 3.) Die eine für das hineinzugießende Wasser, mit einer festen Schwanzschraube; die zweite im Mittelpunkte der Deckplatte, in welche ein Thermometer fest gekittet wurde, so daß die Kugel 2 Zoll über dem Boden hing; und die dritte, in welche das offene Ende der gläsernen Barometerröhre dampfdicht befestigt wurde. Von der Deckplatte ab, ging diese Röhre erst einige Zoll weit senkrecht in die Höhe, dann eben so weit horizontal, und darauf 30 Zoll tief senkrecht herab. Hier erweiterte sie sich in ein cylindrisches Gefäß, von dessen Boden ab sie sich wieder aufwärts krümmte, und nun 110 Zoll weit senkrecht in die Höhe stieg. Eine bewegliche Scale, die sich längs der Röhre herauf und herab schieben ließ, zeigte ganze pariser Zoll und Zwanzigstel Zoll. Die herabgehende und das unterste Stück der heraufgehenden Röhre wurden mit Quecksilber gefüllt, das obere Ende der langen Röhre zugeschmolzen, und hier eine torricellische Leere her-

vorgebracht. Um auch den Topf oder die Kugel luftleer machen zu können, war im Halbe desselben, an der Seite, eine kupferne Röhre mit einem Hahne angebracht, mittelst deren er sich mit dem Recipienten einer Luftpumpe verbinden, und auspumpen liefs, bis das Quecksilber im langen Schenkel nur um ein paar Linien höher als in dem herabgehenden Schenkel stand. Wurde dann die Kugel über ein Feuer gesetzt, so presste der sich entwickelnde Dampf das Quecksilber in die längere Röhre hinauf, wobei denn die Wärmegrade und die gleichzeitigen Quecksilberhöhen sorgfältig beobachtet wurden.

Ungefähr 3 Jahr vorher, ehe Betancourt's Abhandlung erschien, hatte auch ich, ohne etwas von Ziegler's Schrift zu wissen, einen Apparat einrichten lassen, um über die Zunahme der Elasticität der Dämpfe mit der Wärme Versuche anzustellen. Da mich aber Geschäfte abhielten, die Fehler, die ich daran bemerkte, verbessern zu lassen, verschob ich die Versuche, die ich damit vorhatte, und gab sie, als ich Betancourt's *Mémoire* gelesen hatte, völlig auf. Erst vor zwei bis drei Jahren wurde ich durch die Bitte unsrer Societät, meine Vorlesungen über die Dampfmaschinen, mit den übrigen hierher gehörigen Verhandlungen, in ihrem Namen herauszugeben, und durch die Anerbietung, auf ihre Kosten den Dampfmesser, wie ich es angeben würde, verbessern, und die Versuche ausführen zu lassen,

bestimmt, mich diesen Versuchen endlich wirklich zu unterziehn. Betancourt's Dampfmesser schien mir den Fehler zu haben, daß der Dampf, ehe er mit dem Quecksilber in Berührung kömmt; außerhalb des Dampfgefäßes durch eine zu lange Glasröhre geht, und dadurch eine merkbare Abkühlung und Verminderung seiner Expansivkraft leidet. Auch glaubte ich, die Luft aus dem Kupfergefäße durch den Dampf selbst vollkommner, als mittelst einer Luftpumpe austreiben zu können. Die Einrichtungen, wie ich dieses zu bewerkstelligen hoffte, hatte Herr Rouppe, Lehrer der Chemie zu Rotterdam, die Güte unter seinen Augen ausführen zu lassen, und in Verbindung mit mir, theils in unsrer beider Gegenwart, theils allein, die Versuche mit der größten Genauigkeit anzustellen. Von ihm rühren auch die Tabellen am Ende dieses Aufsatzes her. Wie außerordentlich mühsam und zeitspielig alles dieses war, läßt sich kaum beschreiben.

Taf. IV, Fig. 4, stellt meinen neuen Dampfmesser vor. *A* ist der eiserne Ofen mit Herd und Aschenloch. *BB* der Kessel oder Topf, aus $\frac{3}{8}$ Zoll dickem Kupfer, inwendig 11 Zoll hoch und 10 Zoll weit, der auf eisernen an den Rand des Ofens befestigten Ansätzen hängt, und zwischen welchem und dem Kessel so viel Raum bleibt, daß die Flamme ihn umspielen kann. Der Deckel *C* ist noch einmahl so dick, als der Topf, und durch feste Schrauben unweit des Umfangs auf eine zwischen beide ge-

legte Bleischeibe dampfdicht angedrückt; eine Vorrichtung, die zu empfehlen ist. *)

Der Deckel enthält überdies 5 Oeffnungen. In der im Mittelpunkte ist auf dazwischen befindliches Blei der Fuß *D* der kupfernen Röhre oder des Dampfeylinders *GG*, welcher den Hahn *M* enthält, fest geschraubt. Dieser Hahn ist doppelt durchbohrt, und durch ihn läßt sich die Röhre mit dem Kessel oder mit der äußern Luft in Verbindung setzen. Auch läßt er sich so drehen, daß er dem Dampfe oder der Luft aus dem Kessel den Ausgang ins Freie gewährt, um den Kessel, vor Anfang der Versuche, luftleer zu machen. **) Wenn man die Deckplatte der Röhre *GG* abschraubt, läßt sich in ihr ein dampfdicht schließender Kolben anbrin-

*) Lederscheiben, deren man sich in den Luftpumpen bedient, um einen Theil an den andern luftdicht anschließen zu machen, sind hier, nach Herrn Schmidt's Erfahrungen, nicht wohl zu brauchen, da sie bei höhern Temperaturen allzu leicht verbrennen. *d. H.*

**) Ungeachtet Biker selbst im Vorhergehenden diese von Hrn. Prof. Schmidt zuerst eingeschlagene Methode dem Auspumpen der Luft aus dem Topfe vorzieht; so bediente er sich doch in den folgenden Versuchen dieses letztern Mittels, um den Topf luftleer zu erhalten. Auch scheint der ganze Dampfeylinder sich nur als mechanisches Elaterometer und zu andern Versuchen über den Dampf, als denen, worauf es hier ankömmt, an diesem Dampfmesser zu befinden. *d. H.*

gen, an dessen Kolbenstange zu oberst eine Messingcheibe, etwas grösser als der Querschnitt des Cylinders, gelöthet ist. Auf sie legt man beliebige Gewichte, von 30 Pfund und mehr, welche der Dampf durch seine Expansivkraft hebt. Zum Behufe dieser Art von Versuchen dient auch die kleine mit einem Hahne versehene Röhre *N*, welche aus dem Dampfeylinder hervortritt, und auf die sich eine kleine Spritze aufschrauben läßt. Ist das Gewicht gehoben, so dreht man den Hahn *M* so, daß er die Gemeinschaft mit dem Kessel aufhebt, und die Röhre mit der äussern Luft in Verbindung setzt, und spritzt dann Wasser in die Röhre. Dieses condensirt die Dämpfe, und läuft, während das Gewicht wieder herabsinkt, durch die Oeffnung im Hahne *M* ab.

Die zweite Oeffnung des Deckels, *R*, dient, den Kessel mit Wasser zu füllen, bis zu beliebigen Höhen, die man an einem Zollstabe, der hineingesteckt wird, abnimmt. In diese Oeffnung läßt sich eine mit einem Hahne *L* versehene Röhre *RS*, über einem Bleiringe, dampfdicht einschrauben, in welche eine zweite horizontale Röhre *SO* paßt, durch die der Kessel mit dem Recipienten einer Luftpumpe in Verbindung zu setzen, und die Luft aus ihm auszupumpen ist. Statt jener Röhre kann man auch ein Sicherungsventil in die Oeffnung *R* einschrauben, welches aus einem Kegelventil besteht, dessen Conus durch einen darauf stehenden Stift mit einem kleinen horizontal liegenden einarmigen Hebel, unweit dessen Drehpunkt, verbunden ist, und durch

Gewichte, die ans Ende des Hebels angehängt werden, sich mit beliebiger Stärke andrücken läßt. Uebersteigt die Expansivkraft der erhitzten Dämpfe den Grad, der diesem Drucke entspricht, so wirft der Dampf den Konus in die Höhe, und die Dämpfe, die sonst Theile des Apparats sprengen könnten, entweichen durch dieses Ventil.

In der dritten Oeffnung des Deckels, *I*, ist ein Thermometer *EP* mit Fahrenheit'scher Scale angebracht, dessen Kugel 4 Zoll tief in den Topf hinab, und, je nachdem dieser mehr oder weniger gefüllt ist, in Wasser oder Dampf hängt.

In der vierten Oeffnung, *K*, ist die über 110 Zoll lange, oben luftleere Barometerröhre *KQ* befestigt, welche durch einen eisernen, den Cylinder zu oberst umfassenden Arm *G*, zugleich mit ihrer Scale, in senkrechter Lage erhalten wird. Die Scale *F* ist in Zehntel *Rheinländische* Zolle abgetheilt. Das Thermometer und das Barometer sind in diese Oeffnungen, auf die von Prony angegebne Art, (*Nouv. Architect. Hydraul.*, T. 2, p. 10,) dampfdicht eingesetzt; nur daß wir das Werg, statt mit fettem Kitt, mit einem Gemische aus Mennige und dick eingekochtem Leinöble bestrichen. Mit derselben Masse, der noch etwas Bleiweiß zugesetzt wurde, verstrichen wir alle Ritzchen, die sich zeigten, und sie hielt, nachdem sie gut getrocknet war, aufs beste. — Das untere offne Ende der Barometerröhre geht bis nahe an den Boden des eisernen Behälters *P*, Fig. 5, hinab, welches unter dem Deckel

dd angebracht ist, in der Tiefe 5, und in der Weite $2\frac{1}{2}$ Zoll hält, und das Quecksilber genug faßt, um damit die ganze Barometerröhre füllen zu können. Durch eine Oeffnung e im Halse des Behälters, hat der Dampf des Kessels freien Zutritt über die Quecksilberfläche. Zu oberst geht aus diesem Behälter eine Nebenröhre abc ab, und tritt durch die fünfte Oeffnung des Deckels H hervor. Das Stück oberhalb des Deckels ist mit einem in einem rechten Winkel durchbohrten Hahne versehen, mittelst dessen sich das Innere des Kessels mit der äußern Luft in Verbindung setzen läßt, so daß durch ihn die Luft aus dem Kessel, die durch das Loch e in den Behälter eintritt, oder auch der Dampf, wenn er allzu heiß und zu stark expandirt wird, entweichen kann. Dieser Hahn vertritt daher einigermassen die Stelle eines Sicherungsventils.

Die Einrichtung dieses Quecksilberbehälters für das Barometer ist es hauptsächlich, worauf sich meine Verbesserung des Dampfmessers gründet; und ich halte meinen Dampfmesser eben deshalb für vollkommener als den *Betancourt'schen*, weil in ihm der heiße Wasserdampf unmittelbar auf gleich stark erhitztes Quecksilber drückt, ohne daß das Quecksilber oder die äußere Luft ihn abkühlt und dadurch seine Expansivkraft mindert. — Auch Herr Prof. Schmidt in Gießen suchte vor mehrern Jahren Betancourt's Apparat von dieser Seite zu vervollkommen. Sein verbesserter Dampfmesser, wie er in Gren's *neuem Journal der Physik*, B. 4, St. 3,

abgezeichnet und beschrieben ist, hat, statt Betancourt's doppelt gebogner Barometerröhre, eine auf dem Deckel des Topfs, (Fig. 6,) stehende cylindrische eiserne Büchse, die grossentheils mit Quecksilber gefüllt ist. Durch ihre Bodenplatte und durch den Deckel des Topfs geht, in einer Lederbüchse, eine eiserne Röhre, fast bis an die Deckplatte der Quecksilberbüchse hinauf, welche die heissen Wasserdämpfe über das Quecksilber leitet; und durch eine Lederbüchse in der Deckplatte selbst, steigt, fast vom Boden der Quecksilberbüchse an, eine lange, oben offene, und mit einer Scale versehene Barometerröhre senkrecht hinauf, in welche der Druck der Dämpfe das Quecksilber aus der eisernen Büchse in die Höhe treibt. Man sieht indess leicht, dass auch bei dieser Einrichtung der Dampf, ehe er die Quecksilberfläche erreicht, auf die er drückt, beträchtlich an Wärme, und mithin an Expansivkraft, verlieren muss. *)

*) Ich gestehe, dass ich nicht recht absehe, wie dieses einen merklichen Einfluss auf die Quecksilberhöhe in der Barometerröhre haben könne, vorausgesetzt, dass keine Verwandlung des Dampfs in Wasser dabei statt findet, welche wohl kaum einmahl im Anfange des Versuchs zu befürchten seyn dürfte. Die Quecksilberhöhe entspricht, so viel ich einsehe, nicht dem Drucke, den die abgekühlten Dämpfe, die das Quecksilber unmittelbar berühren, lediglich ihrer Wärme entsprechend, auf die Quecksilberfläche äussern; sondern der

Bei den Versuchen, die wir mit meinem Dampf-
messer anstellten, und deren Resultate man in der
ersten Tabelle, am Ende dieses Aufsatzes, findet, wurde,
nachdem der Kessel bis auf die bestimmte Höhe
mit Wasser gefüllt war, zuerst die Luft aus demselben
mittels einer Luftpumpe, so viel als möglich,
ausgepumpt. Dann wurde ein kleines Feuer unter
dem Kessel angemacht, um das Wasser darin all-
mählig zu erwärmen und zum Kochen zu bringen.
So wie das Thermometer den Siedepunkt, und das
Quecksilber in der langen Röhre zugleich die Ba-
rometerhöhe für den Tag erreicht hatten, wurde
das Feuer ausgedämpft, da sich denn nach dem Er-
kalten, aus dem Stande der Barometerprobe der
Luftpumpe, abnehmen liefs, ob auch der ganze Ap-
parat völlig luftdicht schlofs. War dieses der Fall,
so wurde nun das Feuer wieder angemacht, und wäh-
rend der eine Beobachter sich ans Thermometer
stellte und die steigenden Wärmegrade angab, be-

stärkere Druck der heifsern Dämpfe im Topfe
muß sich durch sie, (als eine Flüssigkeit,) un-
geschwächt fortpflanzen, und daher die Queck-
silberhöhe ihrer Expansivkraft gemäß seyn. Die-
ses scheint auch die Erfahrung zu bestätigen, da
die Tabelle II, am Schlusse gegenwärtigen Auf-
satzes, ausweist, daß der Bikersche Dampf-
messer keineswegs größere Quecksilberhöhen, bei glei-
chen Wärmegraden, als die beiden andern Dampf-
messer, vielmehr beträchtlich kleinere, als der
Betancourtsche gegeben hat. A. H.

obachtete der andere die gleichzeitigen Quecksilberhöhen in der Barometerröhre nach Zollen und Linien, welche sogleich in eine vorläufig dazu eingerichtete Tabelle aufgezeichnet wurden. Wir gaben uns sehr viel Mühe, die Hitze, nach *Betancourt's* Vorschrift, so zu mäßigen, daß das Quecksilber auf einen Zoll 1 oder 2 Minuten im Steigen zu brächte; aber durchgängig stieg es viel geschwinder, doch nicht so schnell, daß wir nicht für jeden Thermometergrad, so wie er angegeben wurde, die gleichzeitige Quecksilberhöhe sehr wohl hätten bestimmen können. Da uns indess dieses doch einigemal mißglückte, auch wenn die Hitze zu schnell zunimmt, sie sich nicht schnell genug dem Thermometer mittheilen kann, und man dann zu hohe Quecksilbersäulen für die Wärmegrade erhält, wie wir und auch Herr Schmidt bei seinen Versuchen mehrmahls wahrnahmen; so ist es sehr rathsam, das Feuer möglichst zu mäßigen und jeden Versuch recht langsam anzustellen.

Merkten wir, daß der Dampf sich zu gewaltig ausdehnte, so öffneten wir, um nicht Gefahr zu laufen, den Hahn *H*, und ließen einen guten Theil Dampf entweichen, wobei manchemal zugleich Quecksilberdämpfe mit hinaus traten. Einmahl begegnete es uns, daß, während das Thermometer hierbei auf einerlei Stelle blieb, das Barometer einige Zeit lang sank, unstreitig wegen des Entweichens der Dämpfe; ein Beweis, wie sehr es bei diesen Versuchen darauf ankömmt, daß der Topf

oder Kessel überall völlig dampfdicht schliesse. Dieses ist auch der Grund, warum sich bei Versuchen mit Dampf von hoher Expansivkraft das Sicherungsventil nicht anbringen läßt; denn mag man es noch so sehr mit Gewichten beschweren, so entweicht hier doch der Dampf allzuleicht.

Bei aller unsrer Sorgfalt, alle Schrauben recht fest anzuziehen, und alle Ritzchen aufs beste zu verkitten, entstand doch oft, bei hoher Expansivkraft des Dampfes, plötzlich ein Leck am Kite einer der Röhren am Deckel; und dieser liefs sich dann durch kein Mittel wieder heben, so dals wir nicht selten genöthigt waren, den Versuch in der Mitte abzubrechen, da er, besonders bei grossen Quecksilberhöhen, so wie Dampf entweicht, fehlerhaft wird. Besonders begegnete uns das in dem letzten Versuche, und überhaupt gegen das Ende der Versuche, welches wir daher fortlassen oder nach wiederholten Versuchen verbessern mußten. Bis auf 260° Wärme blieb der Kessel jedesmahl völlig dampfdicht, und bis dahin stimmten auch alle Versuche völlig überein.

Hörten wir während eines Versuchs ein Pfeifen und Blasen, ohne doch die Stelle, wo der Dampf entwich, finden zu können, so klebten wir, nach Endigung des Versuchs, und nachdem alles abgekühlt war, um den Rand des Kessels und um die Oeffnung, die wir am meisten in Verdacht hatten, einen kleinen Damm von Baumwachs, gossen darein Wasser, und setzten die Röhre SO mit einer Com-

pressionspumpe in Verbindung. Beim Verdichten der Luft im Kessel entdeckte sich dann die wandelbare Stelle durch die Luftblasen, die an ihr durch das Wasser hervordrangen.

Wir haben unsre Versuche mit verschiednen Wassermengen im Topfe oder Kessel angestellt, und zwar, wie man aus Tabelle I sieht, mit allen Wassershöhen, Zoll für Zoll, von 1 bis 10 Zollen, indess der Topf selbst eine Tiefe von 11 Zollen hatte. In den Resultaten derselben fanden, für einerlei Wärme, keine Unterschiede von Belang statt, so daß die größere oder geringere Wassermenge im Gefäße keinen Einfluß auf den Versuch zu haben, und nichts zur Expansivkraft des Wasserdampfs bei gegebner Hitze beizutragen scheint; ein Resultat, worin unsre Versuche von den Betancourtschen abweichen. *) Nur scheinen, wenn der Kessel mehr mit Wasser

*) Betancourt stellte 4 Reihen von Versuchen an, als der Topf oder Kessel seines Dampfmeßers bis auf $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ mit Wasser gefüllt war. Die drei ersten Versuchsreihen gaben höhere Quecksilberstände für einerlei Wärme, als die vierte; besonders die erste. Er erklärt sich dieses daraus, daß in ihnen das Thermometer im Dampfe, in der vierten Versuchsreihe dagegen im Wasser hing, und in letzterer deshalb die Wärme schneller, als in den erstern, angenommen habe, wo das Thermometer gegen die wirkliche Wärme der Dämpfe zurückgeblieben sey, und man daher zu große Expansivkräfte gefunden habe. Die

Biker-

Wasser gefüllt war, die Stöße schwächer zu seyn, oder ganz zu fehlen, die man sonst zu Anfang des Kochens hört; wahrscheinlich weil dann der luftleere Raum über dem Wasser geringer ist, und sich schneller mit Dämpfen füllt, die durch ihren Druck das Ansteigen des Dampfs in großen Blasen verhindern.

In unserm letzten Versuche hatten wir die Barometerröhre oben geöffnet, um den Druck des Quecksilbers in ihr durch den Luftdruck zu verstärken. Wir wollten sehn, wie weit sich wohl die Expansivkraft des Dampfs in unserm Apparate würde erhöhen lassen, und in der That brachten wir ihn bis zum vierfachen Luftdrucke. Schade war es, daß auch während dieses Versuchs ein Leck entstand, welcher machte, daß bei 275° Wärme nur eine Quecksilbersäule von 25, und bei 305° Wärme nur eine Säule von 94 Zoll Höhe getragen wurde. Rechnet man dazu 29 rheinl. Zoll Quecksilberhöhe für den Luftdruck auf die obere Fläche des Quecksilbers in der offenen Röhre, so giebt das

Bakerischen Versuche, wo die Thermometerkugel 4 Zoll tief in den Topf hinab, und folglich in den 4 ersten Versuchsreihen im Dampfe, in den beiden letztern im Wasser hing, und dabei doch keine bemerkbaren Unterschiede gaben, beweisen, daß dieses nicht der wahre Grund der Verschiedenheit in Betancourt's Versuchsreihen seyn konnte, wie das auch Herr Schmidt, a. a. O., S. 156, bemerkt.

d. H.

bei $275^{\circ} 81$ Zoll, und bei $305^{\circ} 123$ Zoll Queck-
 silberhöhe. Die erstere ist, wie aus Tabelle I er-
 hellt, um 13 Zoll, und die letztere sicher noch
 um viel mehr zu klein. Wir mußten daher diesen
 Versuch aus der Tabelle fortlassen, hoffen ihn aber
 während dieses Winters zu wiederholen.

Mehrmahls dämpften wir nach geendigtem Ver-
 suche das Feuer aus, und beobachteten das Sinken
 des Thermometers und Barometers, welches, wie
 wir fanden, genau nach dem Verhältnisse vor sich
 geht, nach welchem beide mit einander ansteigen.
 Dabei behält das ringsum eingeschlossene Wasser sei-
 ne Wärme zum Bewundern lange.

In der ersten der beiden folgenden Tabellen ent-
 halten Columnne 1 die Wärmegrade, wie sie der eine
 Beobachter nach dem Thermometer mit Fahr. Scale
 angab; Columnne 2 bis 7 die gleichzeitigen beobach-
 teten Quecksilberhöhen in der Barometerröhre, ins-
 gesammt auf einerlei Luftdruck von 29 rheinl.
 Zollen Barometerhöhe reducirt, wie sie bei ver-
 schiednen Wasserhöhen im Kessel, vom zweiten
 Beobachter, in fehlerfreien Versuchen wahrgenom-
 men wurden; und Columnne 8 die mittlern Resultate
 aus diesen Versuchen, aus deren Vergleichung mit
 den Versuchen selbst am besten erhellt, wie die ver-
 schiedne Wasserhöhe im Kessel ohne merklichen
 Einfluß auf die Expansivkraft des Dampfes ist. *)

*) Interessant würden Versuche mit noch weit we-
 niger Wasser seyn, um daraus die Frage zu beant-

Diese mittlern Resultate sind von Herrn Ronppe nicht ohne Mühe berechnet, da er dabei auf die Veränderung des Niveaus der Quecksilberfläche in dem Behälter, beim Steigen des Quecksilbers in der Barometerröhre Rücksicht nehmen, und die beobachteten Quecksilberhöhen hiernach verbessern mußte. *)

Nicht minder mühsam war die zweite Tabelle zu berechnen. Betancourt und Schmidt hatten sich des Reaumur'schen Thermometers und einer nach pariser Maass eingetheilten Barometer-Scale; wir uns des Fahrenheit'schen Thermometers und des rheinländischen Maasses bedient. Um alle diese Beobachtungen mit einander zu vergleichen, mußten wir daher unsere Beobachtungen auf Grade des Reaumur'schen Thermometers, und Betancourt's und Schmidt's Quecksilberhöhen auf

worten, die Herr Prof. Schmidt, a. a. O., S. 263, aufwirft: ob der Wasserdampf, der unter Umständen, wo kein neuer hinzukommen kann, erhitzt wird, in dieser bloßen Vermehrung seiner specifischen Elasticität dasselbe Gesetz befolge, als wenn zugleich immer neu erzeugter Dampf mit hinzukömmt, und zugleich seine Dichtigkeit vermehrt. d. H.

*) Auch wegen der zunehmenden Wärme des Quecksilbers wäre wohl unstreitig eine Reduction der Barometerstände auf einerlei Temperatur nöthig. Aber wie soll die Wärme des Quecksilbers bestimmt werden? d. H.

rheinl. Zolle reduciren. *) Man sieht aus dieser Tafel, daß unsre Versuche mit denen Betancourt's und Schmidt's aufs beste zusammenstimmen.

Weitere Resultate aus ihnen zur Beurtheilung der Formeln Prony's und Schmidt's zu ziehn, überlassen wir andern. **) Nur müssen wir vor al-

*) Die Betancourtschen Versuche sind seine vierte Versuchsreihe, als der Topf zu $\frac{1}{4}$ mit Wasser gefüllt war, welche er selbst für die besten erklärt. Bei 110° steht in der Tabelle des Originals fälschlich 100,9 Zoll, und unter den Schmidtschen Versuchen 100,6 Zoll; ein Versehen, welches ich verbessert habe. Auch fehlen im Holländischen die 4 letzten Versuche Schmidt's, die erst von mir der Tabelle beigelegt sind. Die beiden letzten mit † bezeichneten Quecksilberhöhen sind etwas zu niedrig, da bei ihnen ein Leck entstanden war, aus dem der Dampf herausdrang. d. H.

**) Bedeutet t den Wärmegrad der Wasserdämpfe nach der sotheiligen Scale des Quecksilber-Thermometers, und e die Höhe der Quecksilbersäule, deren Druck die Expansivkraft dieses Dampfes mißt, in Hundertel pariser Zollen; so ist nach Hrn.

Schmidt's Formel $e = t^{1,4113} + 0,005$ (Gron's neues Journal der Physik, B. 4, S. 284.) Daß diese Formel nicht nur innerhalb der Grenze unsrer bisherigen Versuche der Expansivkraft der Wasserdämpfe nach Schmidt's Versuchen weit besser als die von Prony aufgestellte entspricht, sondern auch über diese Grenze hinaus sehr wahrscheinlich bleibt, indess die Pronysche hier gar

len Dingen noch bemerken, daß nach unsern Versuchen, was auch Herr Schmidt bestätigt, der Dampf ein vollkommen luftleeres *Vacuum* hervorzubringen vermag. Auch sieht man aus ihnen, daß der Dampf immer einerlei Wärme mit dem Wasser hat, woraus er entsteht.

bald zu sinnlosen Ausagen führt, ist nach dem, was Herr Schmidt darüber gesagt hat, ziemlich evident: Welche von beiden Formeln für die richtigere zu halten sey, möchte daher, wenn man die Genauigkeit der Schmidtschen Versuche, die dabei zum Grunde liegen, anerkennt, kaum noch zweifelhaft seyn. Daß aber den Schmidtschen Versuchen vor den Betancourtschen unbezweifelt der Vorzug gebührt, fällt aus Tafel 2 in die Augen, da das Mittel aus den so gut zusammenstimgenden Bikerschen und Rouppe'schen Versuchen, Grad für Grad mit den Schmidtschen so nahe zusammenfällt, als man es bei so mißlichen Versuchen, wo so manche Kleinigkeit, die der Beobachter nicht in seiner Gewalt hat, mit in das Spiel kommt, nur immer erwarten kann. Die Versuche unsers Landsmannes übertreffen selbst die der beiden Holländischen Physiker im regelmässigen Gange der Resultate, daher sie auch mit den nach seiner Formel berechneten Expansivkräften des Wasserdampfs, Grad für Grad, genauer als die Bikerschen übereinstimmen. (Vergl. Gren's *neues Journal der Physik*. B. 4, S. 275 f.) Am genauesten möchte vielleicht ein Mittel aus beiden Versuchsreihen mit der Wahrheit übereinstimmen.

d. H.

Erste Tabelle.

Quecksilberhöhe in der Barometerröhre des Dampf-
messers, beobachtet von Biker und Rouppe
nach rheinl. Zoll, und reducirt auf einem
Barometerstande von 29 rheinl. Zollen.

bei ei- ner Wär- men. Fahrh. von	Als in den 11 Zoll tiefen Topf des Dampf- messers Wasser gegossen war, bis auf eine Hö- he von:						im Mit- tel: Wegen des Ni- veaus corrigir- te Höhe.
	1"	3"	5"	7"	9"	10"	
212°	29	29	29	29	29	29	29
213	30,6	30,5	30,1	30,2	30,5	29,9	30,3
214	31,2	30,9	30,6	31	31,1	30,7	30,9
215	31,6	31,3	31	31,6	31,7	31,8	31,5
216	32,1	31,9	31,7	32,3	32	32,7	32,1
217	32,7	32,5	32,3	32,7	32,7	33,1	32,6
218	33,3	33,3	33,1	33,4	33,2	33,8	33,5
219	33,9	33,9	33,8	34	33,9	34,5	34
220	34,6	34,5	34,3	34,6	34,6	35,1	34,7
221	35,2	35	35	35,6	35,1	35,8	35,3
222	35,5	35,7	35,7	36,3	35,8	36,5	35,9
223	36,5	36,3	36,2	36,9	36,4	37,5	36,6
224	37,1	36,9	37	37,6	36,8	38	37,4
225	37,8	37,6	37,9	38,3	37,6	38,6	37,9
226	38,3	38,4	38,5	39	38,7	39,2	38,7
227	39,1	39,1	39,5	39,9	39,6	40	39,5
228	39,9	39,8	40,3	40,7	40,2	41	40,3
229	40,3	40,5	41	41	41,1	41,6	41
230	41,1	41,2	42,2	42,3	42,6	—	41,8
231	42,7	41,8	43,4	43	43,2	42,8	42,8
232	43	42,5	44,3	43,7	44,1	43,8	43,5
233	44,3	43,9	44,8	44,6	45,3	44,4	44,5
234	44,9	44,8	45,9	45,6	46,2	45,7	45,5
235	45,7	45,7	46,2	46,4	47,1	46,8	46,3
236	46,6	46,5	46,8	47,3	47,9	47,9	47
237	47,5	47,3	47,5	48,2	48,3	48,3	48,2
238	48,3	48,1	48,4	49	49,2	49,1	48,7
239	49,2	49	49,3	50,1	50	50,2	49,7
240	50,2	50,1	50,4	50,9	50,5	50,9	50,5

Wärme Fahrh.	Queckfilberhöhe, bei einer anfangl. Wasserhöhe im Kessel des Dampfmessers, von						im Mit- tel:
	1"	3"	5"	7"	9"	10"	
241	51,1	51	51,3	51,2	51,3	51,4	51,2
242	52,2	52,3	52,2	52,7	52,5	52,3	52,3
243	53,9	53,8	53	53,8	53,4	53,1	53,5
244	54,8	54,8	53,8	54,7	54,4	54,3	54,5
245	55,9	55,8	54,9	55,6	55,5	55,4	55,3
246	56,8	56,8	55,7	56,6	56,6	56,7	56,5
247	57,6	57,8	56,9	57,6	57,5	57,9	57,5
248	58,7	58,8	58,1	58,7	58,4	58,9	58,6
249	59,9	59,8	58,8	59,2	59,5	59,9	59,7
250	61	60,9	60,1	60,9	60,6	61	60,7
251	61,1	62	61,3	61,9	61,7	61,9	61,8
252	63,2	63,1	62,5	63	62,9	63	62,9
253	64,2	64,2	63,9	64,1	63,9	64,1	64
254	65,4	65,4	65	65,4	65,1	65,1	65,2
255	66,8	66,8	66,3	66,8	66,8	66,6	66,6
256	68,1	68,1	67,6	68,5	68	68,1	68
257	69,1	69,3	68,6	69,2	69,1	69,2	69
258	70,2	70,5	69,9	70,1	70,3	70,4	70,4
259	71,4	71,7	71	71,6	71,5	71,8	71,5
260	72,6	72,9	72,2	72,3	72,7	73	72,6
261	73,5	73,8	73,5	73,4	73,8	74,1	73,7
262	74,8	75	74,9	74,8	74,7	75	74,8
263	76	76,5	75,9	75,9	75,8	76	76,1
264	77,2	77,9	77,2	76,4	77	77,1	77
265	78,4	79	78,5	78,1	78,2	78,3	78,4
266	79,7	80,3	80,3	80,2	79,9	79,7	80
267	80,8	81,9	82,1	81,5	81,3	80,9	81,4
268	82,1	82,3	83,4	82,7	82,9	82,3	82,6
269	84	83,9	84,3	84,1	84,3	83,9	84
270	86,2	86,1	85,9	85,8	86	85,2	85,8
271	88,3	88	87,5	87,1	87,5	86,9	87,5
272	90,1	90,2	89,3	89	89,1	88,8	89,6
273	91,4	91,5	91	90,9	91	89,9	90,9
274	92,8	93,1	92,9	91,7	92	92	92,6
275	94,6	95,2	94,9	94,6	94,9	94,7	94,8
276		98,9	97,8	97,5	97,8	97,8	97,9
277			99,1	98,9	99,1	98,7	98,9
278						102,1	102,1

Zweite Tabelle.

Queckfilberhöhe in rheinl. Zollen, welche die
Expansivkraft des Wasserdampfs misst.

bei einer Hitze nach d. Raum. d. Fahrenheit. Therm. v. Therm. von	zufolge der Versuche von	Betan- court	Schmidt in Gießen	Biker und Roupe.
80°	212°	29		29
81	214 $\frac{1}{4}$	30,7		30,9
82	216 $\frac{1}{2}$	32,4	32,1	32,4
83	218 $\frac{3}{4}$	34,2	33,7	33,9
84	221	35,8	35,2	35,9
85	223 $\frac{1}{4}$	37,7	36,7	37,6
86	225 $\frac{1}{2}$	39,5	38,2	38,3
87	227 $\frac{3}{4}$	41,4	39,8	40,1
88	230	43,7	41,6	41,8
89	232 $\frac{1}{4}$	45,9	43,3	43,6
90	234 $\frac{1}{2}$	48	45,2	45,9
91	236 $\frac{3}{4}$	50,1	47,6	47,8
92	239	52,3	49,8	49,7
93	241 $\frac{1}{4}$	54,9	51,8	51,5
94	243 $\frac{1}{2}$	57,3	53,7	54
95	245 $\frac{3}{4}$	59,5	56,8	56,1
96	248	61,9	58,8	58,6
97	250 $\frac{1}{4}$	65,7	61,3	61,2
98	252 $\frac{1}{2}$	68,5	63,9	63,5
99	254 $\frac{3}{4}$	71,9	66,7	66,2
100	257	74,9	69,4	69
101	259 $\frac{1}{4}$	78,2	72,5	71,7
102	261 $\frac{1}{2}$	81	75,6	74,2
103	263 $\frac{3}{4}$	83,9	78,1	76,8
104	266	85,6	81	80
105	268 $\frac{1}{4}$	89,8	83,8	83
106	270 $\frac{1}{2}$	91,4	88	86,6
107	272 $\frac{3}{4}$	94,6	91,6	90,5
108	275	96,9	95,3	94,4
109	277 $\frac{1}{4}$	99	99,9	99,9
110	279 $\frac{1}{2}$	101,5	104,3	
111	281 $\frac{3}{4}$		108	
112	284		113,1	
113	286 $\frac{1}{4}$		117,1†	
114	288 $\frac{1}{2}$		121,3†	

Noch verdient folgender Versuch Rouppe's, nicht dafs er sich mit den vorigen an Genauigkeit vergleichen liefse, sondern, weil er ohne grofse Mühe nachzuahmen ist, erwähnt zu werden. Statt des Deckels des Dampfeylinders wurde ein anderer mit einer eingekitteten gläsernen Röhre, (Fig. 7.) aufgeschraubt, die anfangs senkrecht, dann unter einem Winkel von etwa 30° anstieg, in Gestalt eines V auslief, und am Ende zugeschmolzen war. In dem zugeschmolznen Schenkel befand sich eine 6 Zoll lange Säule atmosphärischer Luft; in dem andern Schenkel etwas Baumöhl. Auf dieses drückte der im Topfe des Dampfmeßers sich entwickelnde Wasserdampf, und comprimirte die Luft immer stärker, je mehr seine Expansivkraft zunahm. Der Barometerstand war 29,8 rheinl. Zoll, und Folgendes die Länge der Luftsäule, bei wachsender Wärme.

Wärme. Fahrh.	Rheinl. Zoll.	Wärme.	Rheinl. Zoll.
212	6	248	2,9
215	5,8	250	2,8
218	5,5	252	2,7
220	5,2	254	2,6
225	4,8	256	2,5
230	4,2	258	2,4
235	3,8	260	2,3
240	3,4	263	2,2
245	3,1	266	2,1
246	3	268	2
		270 $\frac{1}{2}$	1,9

II.

BESCHREIBUNG

einiger Versuche über das quantitative Verhältniß, worin Volta's Säule das Oxygen- und Hydrogen-Gas aus dem Wasser darstellt,

von

P. L. SIMON,

Prof. d. Phys. an der Bauakad. zu Berlin.

Die Erscheinungen, welche das Wasser in den geschlossnen Ketten Voltaischer Säulen darbietet, sind bis jetzt noch nicht erklärt. Alles, was man darüber geäußert hat, stützt sich bloß auf Muthmaßung, und die hierüber aufgestellten Theorien sind bis jetzt weder evident bewiesen, noch mit begründeten Thatfachen unterstützt worden. Das Wasser wird *zersetzt* in seine durch mehrere Versuche angenommne Bestandtheile, in Oxygen und Hydrogen; ist die eine Meinung. Das Wasser ist *einfach*, und wird durch die Einwirkung der entgegengesetzten Pole einer Voltaischen Säule in Oxygen und Hydrogen verändert; ist die andere Hypothese. Die *erste* Meinung hat das in Gasgestalt wirklich dargestellte Hydrogen und Oxygen als eine unumstößliche Thatfache für sich; und die Annahme, daß diese Stoffe durch Zersetzung erhalten werden, gründet sich auf die bekannten frühern Versuche über die

Analyse und Synthese des Wassers. Als Einwurf dagegen läßt sich, wie bekannt, die Frage aufwerfen: Warum liefert jeder der beiden Enddrähte der Säule nur Einen Bestandtheil des Wassers, in zwei ganz verschiedenen, getrennten, und oft sehr weit von einander liegenden Schichten dieser Flüssigkeit? Alles, was man hierüber gesagt hat, sind nur Worte, ist bloß Hypothese, und läßt sich noch nicht auf sinnlich zu erweisende Thatfachen zurückführen. Die *andere* Meinung hat ebenfalls das erzeugte Hydrogen und Oxygen als Facta für sich. Aber ihr Argument, die Einfachheit des Wassers, gründet sich auf keinen der anerkannten Versuche, welche das Oxygen und Hydrogen aus dem Wasser zu erhalten, und aus diesen beiden Stoffen wieder Wasser zu bilden lehren; auch muß sie noch Auskunft über das geben, wodurch in Volta's Säule das Wasser in diese beiden Gasarten verändert wird. Was bis jetzt hierüber geäußert wurde, ist nicht minder, wie die Gründe der erstern Meinung, nur Hypothese, und läßt sich noch weniger unumschränkt behaupten. — In beiden Hypothesen bleibt auch noch die Frage zu beantworten, wodurch dem dargestellten Oxygen und Hydrogen der Wärmestoff zugeführt wird, der diese beiden ponderablen Baßen zu Gasarten constituirt.

Es ist gleichgültig, welche von beiden Theorien den Sieg davon trage, (wie ich dieses schon bei einer andern Gelegenheit erwähnt habe,) wird dadurch nur der Fortgang der Wissenschaft befördert. Auf je-

den Fall bedürfen wir, um die vorgetragenen Hypothesen zu prüfen, detaillirter und bestimmter Erfahrungen über das Verhalten des Wassers in der Volta'schen Säule. Wir wissen nur, daß die eine Seite der Säule im Gasapparate Wasserstoffgas, die andere Sauerstoffgas, liefert. Das Verhältniß, in welchem diese beiden Gasarten erscheinen, ist noch nicht bestimmt angegeben; vielmehr sind die Resultate, welche uns mehrere Beobachter darüber mitgetheilt haben, noch sehr getheilt, wahrscheinlich, weil die Bestimmung des quantitativen Verhältnisses der dargestellten Gasarten, bei den, übrigens an interessanten Resultaten so reichen chemischen Beobachtungen mittelst Volta's Säule, vor der Hand Nebensache bleiben mußte. Noch hat, meines Wissens, niemand einen comparativen Versuch zwischen der erzeugten Menge von Gas und dem dazu verbrauchten Wasser angestellt, bei welchem mit aller Strenge untersucht worden wäre, wie sich das Gewicht der erhaltenen Gasart zu dem verminderten Gewichte des galvanisirten Wassers verhält; ob das Verhältniß der Gewichte des erhaltenen Oxygens und Hydrogens das bis jetzt angenommene von 85 : 15, oder ein anderes ist; und ob die Zunahme am Gewichte der sich immerfort entwickelnden Gasarten, mit der Abnahme am Gewichte des Wassers gleichen Schritt hält, und in gleichen Zeiten vollkommen übereinstimmt, oder nicht.

Seit mehrern Monaten habe ich mich mit Versuchen dieser Art beschäftigt, und ich bin jetzt mit

ihnen so weit gekommen, daß ich das Resultat meiner gesammelten Beobachtungen mittheilen kann. Gern gestehe ich, daß noch nicht alles geschehen ist, was nöthig wäre, um diesen Gegenstand zu erschöpfen, und daß allerdings ein noch genauerer Versuch, als die, welche ich hier beschreiben werde, zu wünschen bleibt; allein es ist mir bis jetzt noch nicht geglückt, einen Apparat zu erdenken, der sich vollkommen dazu eigne. Doch hiervon weiter unten ein Mehreres.

Versuch 1. Folgender Versuch ist nicht die Arbeit eines oder einiger Tage. Er erforderte mehrere Wochen, um befriedigende Resultate zu liefern, und binnen dieser Zeit fortdauernde Aufmerksamkeit, um nicht durch Zufälligkeiten hintergangen zu werden. Er war aber nothwendig, und fehlte noch ganz. Dieses bestimmte mich vorzüglich, ihn anzustellen, und nicht eher davon abzugehen, bis ich hinlängliche Ueberzeugung von dem, was ich sah, erhalten hatte.

Ich hatte in eine Röhre, wie sie Fig. 1, Taf. V, darstellt, unten in *A* einen Platindraht eingeschmolzen, und ihn zu mehrerer Sicherheit durch ein Paar Körnchen Siegelack im Innern der Röhre verkittet. Die Röhre wurde mit reinem, zweimahl destillirtem und frischgekochtem Wasser gefüllt, und hierauf oben in *B* mit einem recht guten Kork geschlossen, in welchen der zweite Platindraht und das Entbindungsrohr *C* befestigt waren. Um die Verdunstung des Wassers während der ganzen Dauer

das Versuchs möglichst zu hemmen, hatte ich das Entbindungsrohr aus einer der engsten Thermometerröhren verfertigt, und damit nicht beim Uebergehn der Gasarten Wasser mit fortgeführt würde, stand das Wasser in der Röhre nur bis auf 2 Linien unter dem Korke B, so dals es das Entbindungsrohr nicht erreichen konnte. *) Ausserhalb war der Kork, besonders an den Fugen, mit heissem Wasser vollkommen luftdicht gemacht worden, wovon ich mich dadurch überzeugte, dals, als ich den Apparat mit der Oeffnung des Entbindungsrohrs unter Wasser brachte, binnen 4 Stunden weder durch die Attraction im haarförmigen Rohre, noch durch den Druck des Wassers, Wasser hineindrang. Darauf brachte ich, am 9ten August, das andere Ende der Entbindungsröhre in eine Schale mit Quecksilber, und stürzte darüber eine lange gläserne Glocke, mit frisch darin aufgekochtem Wasser gefüllt, um das Gemisch der sich entbindenden Gasarten aufzufangen. **) Zuvor war die Röhre mit dem Wasser

*) Dals bei dieser Einrichtung ein Rückstand von atmosphärischer Luft im Apparate blieb, ist allerdings eine Unvollkommenheit in dem Versuche; die Folge wird aber zeigen, dals dieser geringe Rückstand, im Vergleiche mit dem gesammelten Gas, als ein unbedeutendes Differenzial, nicht in Betracht kommen kann. S.

**) Ich gebe dieser Methode, Röhren voll frisch darin aufgekochtem Wasser über Quecksilber gestellt, zum Auffangen der Gasarten zu brauchen,

genau gewogen worden; ihr Gewicht betrug $180\frac{3}{10}$ fr. Grän. Um zwei Versuche dieser Art zu gleicher Zeit verfolgen, und in ihrem Gange vergleichen zu können, wurde noch ein zweiter, dem vorigen in allem gleicher Apparat vorgerichtet. Er wog mit dem Wasser $171\frac{1}{10}$ fr. Grän. Jeden dieser beiden Apparate setzte ich einzeln mit einer Säule von 50 Schichtungen Zink, mit Salzwasser genetztem Tuche, und Kupfer, in Verbindung, und vertauschte diese Säulen, sobald ihre Wirkung nachliefs, mit frischgeschichteten Säulen. Dies geschah während des Laufs des Versuchs in beiden alle 3 oder 4 Tage.

Ich hatte mir vorgenommen, die Gewichtsveränderungen des Wassers im Apparate alle 3 Tage zu untersuchen; da es sich aber fast immer zutrug, dafs in dieser Zeit die Veränderungen nicht genau durch Zehntel von Gränen gemessen werden konnten, und ich nicht gern kleinere Gewichte zur Bestimmung anwenden wollte, so wurde das Gewicht der Röhre immer nur dann angemerkt, wenn es sich durch Zehntel eines Gräns genau bestimmen liefs, und so wog ich öfters alle Tage. Die Resultate dieses Abwägens waren folgende:

bei genauen Versuchen den Vorzug, weil Röhren, die ganz mit Quecksilber gefüllt werden, wenn das Quecksilber nicht auch darin gekocht, oder doch heifs eingefüllt wird, immer viel fremde Luft zurückbehalten, von der man sie nur mit vieler Mühe unvollkommen reinigt. S.

Der erste Apparat hatte in seinem Gewichte abgenommen,

Vom 9ten bis zum 12ten August, um	0,2 fr. Grän	
Vom 12ten	18ten	0,3
Vom 18ten	23ten	0,3
Vom 23ten	25ten	0,3
Vom 25ten	29ten	0,4
Vom 29ten	31ten	0,2
Vom 31ten Aug. bis 4ten September	0,3	
Vom 4ten	8ten	0,3
Alfo betrug die Gewichtsverminderung		
vom 9ten Aug. bis zum 8ten Sept., d. i.		
in 4 Wochen und 3 Tagen,		3,2 fr. Grän

Im zweiten Apparate war die Abnahme des Gewichts, wie folgt:

Vom 9ten bis zum 13ten August	0,2 fr. Grän.
Vom 13ten 17ten	0,4
Vom 17ten 19ten	0,1
Vom 19ten 20ten	0,1
Vom 20ten 23ten	0,3
Vom 23ten 27ten	0,3
Vom 27ten 30ten	0,1
Vom 30ten Aug. bis 4ten September	0,2
Vom 4ten 9ten	0,3
<hr/>	
Alfo im ganzen Verlaufe von 4 Wochen und 4 Tagen	1,9 fr. Grän

Ich schritt nunmehr zur Messung des erhaltenen Gasgemisches, um aus dem Volumen, das Gewicht desselben berechnen zu können. Dieses Messen geschah bei einer Temperatur von 12° Reaumur.

Der

Der erste Apparat hatte 9,22 } pariser Kubikzoll
 Der zweite Apparat 7,91 } Gas geliefert. *)

Nach Lavoisier wüßgen bei einer Temperatur von 10° R. und einem Barometerstande von 28 par. Zoll, der pariser Kubikzoll Sauerstoffgas 0,5069, und der Kubikzoll Wasserstoffgas 0,03539 fr. Grän, und die Bases dieser Gasarten sind, dem Gewichte nach, im Verhältnisse von 85 : 15 im Wasser enthalten. Dieses angenommen, ergibt sich das Verhältniß der Voluminum, unter welchen sie sich mit einander im Wasser befinden, wie $\frac{85}{0,5069} : \frac{15}{0,03539}$
 $= 167,69 : 423,87 = 1 : 2,527$. Hieraus folgt, daß 100 Grän des Gasgemisches bei dem angegebenen Thermometer- und Barometerstande, einen Raum von 59,56 par. Kubikzoll einnehmen, und daß umgekehrt das Gewicht eines par. Kubikzoll der Gasmischung 0,1689 franz. Grän, bei 10° R. Wärme und 28" Barometerstand beträgt.

Das Gasgemenge, welches sich im ersten Apparate entwickelt hatte, konnte aus diesen Gründen am Gewichte nur 9,22 : 0,1689, d. i. höchstens 1,56 fr. Grän betragen; da aber das Wasser 2,2 fr. Grän am Gewichte verloren hatte, so waren 0,64 Grän

*) Um die Reduction zu vermeiden, wurde die Luft in Gefäßen gemessen, die durch Abwägen in Hunderttheile des pariser Duodecimal-Kubikzoll getheilt sind. S.

Wasser mehr verschwunden, als die erhaltne Gasmenge wog.

Die 7,91 Kubikzoll Gas des zweiten Apparats betragen eben so am Gewichte 1,33, dagegen der Gewichtsverlust des Wassers 1,9 fr. Grän, daher auch hier letzteres 0,57 Grän mehr verloren hatte, als das Gasmisch wog.

Bei der Untersuchung fand sich das Gemisch beider Gasarten sehr rein; denn in einem kleinen Voltaischen Eudiometer über Queckfilber durch den electrischen Funken entzündet, verbrannte es ohne Rückstand, und erzeugte Wasserdampf.

Woher nun aber die Abweichung in Rücksicht des Gewichts? — Ich hatte diese Abweichung nicht erwartet, sondern während des ganzen Versuchs stets geglaubt, der Uebereinstimmung sehr nahe zu kommen. Dafs diese Uebereinstimmung beim Vergleiche des Ganzen ausblieb, dafür konnte ich keinen andern Grund finden, als, dafs wahrscheinlich Wasser an die entweichende Gasart gebunden und mit ihr herüber geleitet worden, oder dafs, ungeachtet des äufserst engen Entbindungsrohrs, doch Wasser verdunstet sey, wiewohl im Innern des Rohrs keine Spur von Wasser zu bemerken war. Die erste Ursache hätte ich freilich vorhersehn können, wenn man anders immer an alles dächte, woran man denken sollte. Mich gereuete bei diesen Versuchen indess nur die verloren gegangne Zeit, und ich beschloß, sie sogleich unter Umständen zu wiederholen, die mich gegen jene störende Verdün-

stung hinreichend sichern könnten. Folgender Apparat entsprach meiner Erwartung völlig, und belohnte die viele Mühe, welche ich auf Einleitung und Verfolgung dieser Versuche wendete, hauptsächlich durch die Vollständigkeit der Resultate, welche er mir lieferte.

Versuch 2. Ich nahm eine Röhre *AB*, Fig. 2, in welche unten in *A* ein Platindraht eingeschmolzen und verkittet war, füllte sie mit frischgekochtem destillirten Wasser, und kittete oben in *B* die Communicationsröhre *C*, nebst dem zweiten Platindrahte, gleichfalls luftdicht ein. Das andere Ende der Communicationsröhre *C* war auf gleiche Art mit einer zweiten Röhre *DE* verkittet. In diese Röhre wurde von *D* bis *F* reines Quecksilber gegossen; der Raum darüber von *E* bis *F* mit frisch geschmolzenem und gepulvertem salzfahrem Kalke gefüllt, und hierauf in *E* eine zweite Communicationsröhre eingekittet, die in die kleine unten zugeschmolzene Röhre *GH*, welche wieder mit reinem Quecksilber gefüllt war, bis nahe an den Boden derselben herabging. Aus dem obern Theile dieser Röhre *H* ging endlich das letzte Entbindungsrohr *F* in eine Schale mit Quecksilber unter eine darüber gestellte Glocke, die, wie im vorigen Versuche, mit frisch darin aufgekochtem Wasser gefüllt war. Bei diesem Apparate, den Fig. 2 in seiner wahren Grösse vorstellt, waren alle Korkstöpsel vermieden, alle Fugen mit aufgeschmolzenem Siegelacke gesichert, und alle Communicationsröhren aus haarförmigen Thermo-

meterröhren gebildet. Der salzsaure Kalk war bestimmt, die Gasart von aller anhängenden Feuchtigkeit möglichst zu befreien, und das Quecksilber sollte verhindern, daß der salzsaure Kalk nicht bei zu grosser Nähe des Wassers in der ersten und letzten Röhre, auf irgend eine Art, durch seinen grossen Hang Feuchtigkeit anzuziehen, nachtheilige Veränderungen erlitte, die das Resultat des Versuchs zweideutig gemacht haben würden. Nachdem ich mich überzeugt hatte, daß alle Theile vollkommen luftdicht schlossen, wurde am 12ten September der Apparat gewogen, und mit einer Voltaischen Säule von 50 Schichtungen, wie bei den ersten Versuchen, in Verbindung gesetzt. Die Gewichtsveränderung desselben bestimmte ich von 8 zu 8 Tagen, *) und erhielt die Säule unausgesetzt in voller Wirksamkeit, indem ich sie, so wie sie anfang schwächer zu werden, sogleich mit frisch geschichteten Säulen vertauschte. **) Der Apparat wog am 12ten Sep-

*) Bei dieser Bestimmung der Gewichtsabnahme gilt indeß dasselbe, was S. 287 bemerkt worden ist.
S.

**) Nachher habe ich gefunden, daß die Wirksamkeit nur nachläßt, weil die Tuchscheiben austrocknen, weshalb, um die geschwächte Wirksamkeit wieder zu erwecken, weiter nichts nöthig ist, als Salzauflösung mittelst eines Stechhebers zwischen die Schichten zu tröpfeln. So wie die Tuchscheiben auf diese Art getränkt sind, stellt sich die Gasentwicklung sogleich wieder aufserst

tember 553,1 fr. Grän. Seine Gewichtsabnahme betrug:

vom 12ten bis zum 19ten September	0,6 fr. Grän
vom 19ten 26ten	0,4
vom 26ten 2ten October	0,5
vom 2ten 10ten	0,6
vom 10ten 17ten	0,4
vom 17ten 24ten	0,3
vom 24ten 4ten November	0,5
vom 4ten 16ten	0,7
vom 16ten 23ten	0,6

Also in Zeit von 10 Wochen und

2 Tagen

4,6 fr. Grän.

Jetzt wurde zur Messung der aufgesammelten Gasarten geschritten. Sie betrug bei einer Temperatur von 12° Reaumur, die hierzu gewählt wurde, 27,54 pariser Duodecimal-Kubikzoll. Das Gewicht dieser Gasmenge mußte, (den Kubikzoll desselben, bei einer Temperatur von 10° R. zu 0,1689, und mithin bei 12° R. zu 0,1674 fr. Grän gerechnet, *) 4,61 fr. Grän betragen, und dieses

lebhaft ein. So habe ich, ohne das beschwerliche Umschichten, die Säulen in geheizten Zimmern, wo sie sonst in einem Tage unwirksam wurden, 10 bis 14 Tage in Thätigkeit erhalten.

S.

*) Nach den Versuchen des Hrn. Prof. Schmidt in Gießen dehnt sich trockne atmosphärische Luft für 1° der Reaum. Scale gleichförmig um 0,0044675 aus, (Gren's neues Journal der Physik, B. 4, S. 336,) und Sauerstoffgas und Wasserstoff-

weicht nur um 0,01 Grän von der gefundenen Gewichtsabnahme des Wassers ab; ein Unterschied, der allein schon von der Messung der Gasart herrühren kann, sie bekanntlich, wegen der concaven Fläche des Wassers in der Röhre, immer nur eine Art von Approximation bleibt. Wer mit Versuchen dieser Art bekannt ist, wird wissen, wie schwer es hält, dabei auf ein Hunderttheil eines Kubikzollens Gewissheit zu erlangen. Ich glaube daher, die Differenz von 0,01 Grän für unbedeutend halten, und völlige Uebereinstimmung der Gewichtsabnahme des Wassers, mit dem Gewichte des erzeugten Gas, als Resultat des Versuchs ansehen zu können. *)

Durch dieses Resultat wäre also dargethan, daß die Wirkung der Voltaischen Säule uns das Oxygen und Hydrogen aus dem Wasser in eben dem Verhältnisse des Volums, wie 1 : 2,527, und des Gewichts wie 85 : 15 liefert, wie wir es lange vorher auf verschiedenen Wegen, ohne Galvanismus? dargestellt hatten. Daß in dieser Operation, bei der Behandlung des Wassers mit glühender Kohle und mit Metallen, so etwas im Spiele ist, was wir, der

gas nur um ein Unbedeutendes weniger, (eben das, S. 397;) und danach ist die obige Bestimmung berechnet.

d. H.

*) Wahrscheinlich war der Barometerstand am Tage der Wägung unter 28"; und dann würde das Gas aus diesem Grunde wirklich nicht volle 4,61 fr. Grän gewogen haben.

d. H.

Divergenz der Electrometer zufolge, uns berechtigt halten, für Electricität anzuerkennen, ist nicht zu läugnen; ist eine, von den glaubwürdigsten Beobachtern bewährte, Thatfache. Noch ist aber das nähere Verhalten dieler Erscheinungen nicht angegeben, und noch nicht dargethan, ob sie ganz so zufällig sind, als man sie bisher gehalten hat, oder ob sie nicht vielleicht, indem sich ihr feineres Spiel unsern Sinnen entzieht, eine Hauptrolle spielen, die wir zu geneigt sind, andern größern mehr sinnlich wahrzunehmenden Stoffen zuzuschreiben. Was wir dem glühenden Eisen, den glühenden Kohlen bei der Darstellung des Hydrogens und Oxygens aus dem Wasser zuschreiben, ist vielleicht nur Folge einer schon frühern Wirkung, die uns mit ihrer Ursache entging: vielleicht verhalten sich diese beiden Stoffe nur leidend, indem wir sie wirkend annehmen; — vielleicht, daß die Voltaische Säule uns, bei ihrer Wirkung auf das Wasser, diese frühern Wirkungen, welche uns bei den andern Versuchen dieser Art in ihrem Entstehen entgingen, darstellt. Doch genug der Muthmaßungen; sie machen nur ein unnützes Haufwerk von Worten, hinter welchem sich öfters der wahre Gehalt versteckt. Solche weitschweifige Vorträge über alles, was möglich seyn könnte, verhindern nur zu oft, daß man nachsucht, was wirklich ist; machen häufig undeutlich, oder erzeugen Mißverständnis; und nutzen in der That so wenig, daß man mit Recht wünschen muß, sie aus allen physikalischen Schriften verbannt

zu sein. Versuchen, beobachten, beschreiben, und die gesammelten Resultate einer strengen Beurtheilung und Vergleichung unterwerfen, führt uns wahrlich weiter, als das Bemühen, alles erklären zu wollen.

Im Verfolge dieser Versuche hatte ich zwar auch einen Apparat, wie den zuerst beschriebnen, der, statt der Platindrähte, Golddrähte führte, der Wirkung einer Voltaischen Säule von 50 Schichtungen ausgesetzt; allein, da auch hier das Resultat, wie in Versuch 1, unzuverlässig werden mußte, so wartete ich das Ende nicht ab. Ich werde aber jetzt diesen Versuch in dem verbesserten Apparate, Fig. 2, mit Golddrähten, Silberdrähten und andern Metalldrähten wiederholen, um die Verhältnisse der Gewichtsveränderungen zu beobachten, die bei der Bildung des Goldpurpurs mittelst Golddrahts, bei der Säure- und der Laugensalzbildung mittelst Silberdrähte, und bei der Bildung vom Oxyd bei Kupfer-, Eisen- und andern Drähten statt findet.

Noch hätte ich gern einen ähnlichen Versuch, wie Versuch 2, mit einer doppelt-schenkligten Röhre angestellt, deren beide Schenkel mit Apparaten, wie Fig. 2, communiciren sollten, um die Gasarten aus dem galvanisirten Wasser abgesondert aufzufangen. Dieses wäre auch leicht gewesen. Meine Absicht erforderte aber zugleich, das Wasser in jedem Schenkel nach geendigtem Versuche besonders zu wiegen, um die Gewichtsveränderung des-

selben mit dem Gewichte der aus jedem Schenkel erhaltenen Gasart vergleichen zu können; und bis jetzt ist es mir noch nicht möglich gewesen, ein Mittel zu finden, durch welches ich während des ganzen Versuchs das Wasser in beiden Schenkeln hätte hinlänglich von einander getrennt halten können, ohne dadurch zugleich die Schließung der Kette aufzuheben. Ich habe versucht, dieses durch eine Korkscheibe zu bewerkstelligen: allein ohne Erfolg. Denn, schließt der Kork luftdicht, so, daß auch selbst in der längsten Zeit das Wasser von einer Seite nicht durch vermehrten Druck zu dem Wasser des andern Schenkels gelangen kann, so ist es nicht möglich, Gasentwicklung zu erhalten; und schließt der Kork unvollkommen, so nutzt er zu meiner Absicht nichts. Aber selbst, wenn, indem er vollkommen schloße, Gasentwicklung stattfände, fehlt es doch immer noch an einem sichern Mittel, das Wasser aus beiden Schenkeln beim Wiegen zu Ende des Versuchs, abgesondert zu erhalten. Vielleicht verhilft mir ein Zufall dazu, diese Schwierigkeiten zu besiegen, die ich bis jetzt durch Nachdenken nicht wegräumen konnte.

Versuch 3. Um den Erfolg zu sehn, wenn Wasser in einer hermetisch verschlossnen Röhre galvanisirt würde, ließ ich in das untere Ende einer Glasröhre, wie Fig. 3, einen Platindraht einschmelzen, die Röhre mit Wasser füllen, und in die obere ausgezogene Spitze derselben ebenfalls einen Platindraht einschmelzen, und außerhalb noch mit fließendem

Siegellacke verkitten. In der Röhre blieb nur so viel Luft, als es des Zerschmelzens wegen unumgänglich nöthig war. Hierauf wurde die Röhre in umgekehrter Lage aufgehängt, so dals die zurückgebliebne Luft in das vorhin untere Ende trat, und dann die Kette geschlossen. Die Gasentwicklung fand statt, es sammelte sich Gas im obern Theile der Röhre, die untere Luftblase wurde beträchtlich comprimirt, und zuletzt hörte die Wirkung der bestwirkenden Säule auf. *)

*) Hrn. Hofrath Voigt, (s. dessen *Neuestes Magazin* u. s. w., B. 2, S. 555,) glückte dieses nicht mit einer Glasröhre, in die an beiden Seiten starke Messingkappen mit Muttersehrauben eingekittet waren, in welche er Schraubenspindeln mit Drähten, auf dazwischen gelegte Lederscheiben möglichst fest eingeschraubt hatte. Immer trieb endlich die sich entbindende Luft das Wasser in höchst feinen Tröpfchen durch den Siegellackkitt oder die Lederscheibe, und die Gasentbindung dauerte fast ungeschwächt fort. Als er die eine Schraubenspindel mit Vorsicht aufschraubte, dehnte sich die Gasblase, die zuvor $9\frac{1}{2}$ Linie der gut calibrirten, 9 Zoll langen und inwendig $1\frac{1}{2}$ Linien weiten Glasröhre eingenommen hatte, bis auf 6 Zoll 10 Linien auf, woraus Herr Voigt schließt, sie sey zuvor unter einem 8,63fachen Luftdrucke gewesen, und die Gasbildung durch diesen außerordentlichen Druck noch nicht gehemmt worden. Leicht liesse sich dieser Versuch mit Herrn Simon's Vorrichtung wiederholen und berichtigen, würde mit ihr noch eine schmale eingetheilte

Versuch 4. Ich führte oben an, daß es bis jetzt auch noch an Beobachtungen fehle, woher den beiden dargestellten Gasen, dem Oxygen und Hydrogen, der Wärmestoff zugeführt werde, der sie zur expansibeln Flüssigkeit macht. Um mich hierüber zu belehren, stellte ich den folgenden Versuch an.

Eine gewöhnliche mit zwei Korken verschlossene Glasröhre, (Fig. 4,) wurde in beiden mit Platindrähten und zugleich im obern Kork mit einem kleinen äußerst empfindlichen Luftthermometer versehen. Beide Drähte waren mit ihren Enden so gebogen, daß sie an der Kugel anlagen, und daß also die Bildung der Gasarten unmittelbar am Glase der Thermometerkugel statt finden mußte; weshalb, wenn bei der Bereitung des Oxygen- oder Hydrogengas, durch die Wirkung der Drähte, der Wärmestoff aus dem umgebenden Mittel herbeigerissen worden wäre, ein so empfindliches Luftthermometer nothwendig hätte fallen müssen. Dieser Apparat wurde mit einer Voltaischen Säule von 100 Schichtungen in Verbindung gesetzt. Man war aber nicht im Stande, die geringste Veränderung am Thermometerstande zu bemerken, ungeachtet die Gasentwicklung so lebhaft vor sich ging, daß in jeder Minute 6 Kubiklinien Gas gebildet wurden, wie ich mich durch mein Galvanoskop überzeugte.

Röhre verbunden, in der sich atmosphärische Luft gleich zu Anfang des Versuchs befand. d. H.

Die Voltaische Säule stellt also hier die beiden Gasarten aus dem Wasser, ohne die Temperatur dieser Flüssigkeit zu verändern, dar. Ausserhalb der Säule können wir dieses nur bei hoher Temperatur bewerkstelligen, und das Oxygen hat noch niemand, ohne Einwirkung der Voltaischen Säule, aus dem Wasser unmittelbar in Gasgestalt bereitet. Ich habe schon mehrere Wahrnehmungen gesammelt, welche mir für die Meinung zu sprechen scheinen, daß die Voltaische Säule sehr geeignet ist, mehrere Stoffe in einen solchen Zustand zu versetzen, wo wir einen vorzüglichen Antheil gebundnen Wärmestoffs in ihnen annehmen. Sobald ich diese einzelnen Beobachtungen durch wiederholte Versuche bestätigt finde und sie mehr zu einem Ganzen vereinigen kann, werde ich sie bekannt machen.

III.

VERSUCHE,

um die *eigentliche Grundkette der Voltaischen Säule* auszumitteln,

vom

Dr. J. C. L. REINHOLD

in Leipzig.

Leipzig den 21sten Oct. 1801.

Sie erhalten hier einige meiner Ideen und Versuche über den sogenannten Galvanismus, durch welche ich die Entscheidung der Frage beabsichtige, *welches die eigentliche Grundkette, die Einheit ist, deren Vielfaches die wirksame galvanische Batterie bildet.* *) Da die Pole der Batterie denen der einfachen Ket-

- *) Die Ausdrücke: *wirksame* und *unwirksame* Kette, stehn in unmittelbarer Beziehung auf den jedesmaligen Stand der Wissenschaft, und sind daher nur relativ zu nehmen. Eine galvanische Kette, sie wirke einfach, oder vielfach in Form der Batterie, kann nur in so fern *unwirksam* genannt werden, als die bis jetzt bekannten Reagentien für Galvanismus uns keine Spur einer Action in ihr bemerkbar machen, und die neuern physikalischen Entdeckungen lassen uns ahnden, daß vielleicht nur der Mangel an Reagentien für den kleinsten Grad galvanischer Action es ist, was uns zwingt, so viele Ketten unter die Zahl der unwirksamen zu bringen.

R.

te gleichen müssen, so werden sie durch Auflösung dieser Frage zugleich bestimmt; und da hierüber eine Zeit lang einiger Zweifel zu schweben schien,*) so hielt ich es für Pflicht, Ihnen diese meine Versuche und die Ideen, die sich darauf gründen, für die Annalen der Physik mitzutheilen. Zuvor sey es mir erlaubt, um den Vortrag nicht zu unterbrechen und um Wiederholungen zu vermeiden, einiges über meinen Apparat und die Art, die Batterie zu errichten, vor auszuschicken.

Das quadratförmige Gestell von zollstarkem, gedörrtem und mit Lack überzognem Holze, ruht auf 4 Glasfüßen, und trägt drei, in ein gleichseitiges Dreieck gestellte cylindrische Hülsen von Messing, die durch Mutterschrauben unter dem Brette angezogen und fest geschraubt werden. Diese äußerlich und innerlich mit einem isolirenden Lacke bekleideten Messinghülsen sind zur Aufnahme dreier $1\frac{1}{2}$ Fuß hoher Glasröhren bestimmt, welche, so weit sie in ihnen stehen, mit Siegellack überzogen sind, das oberhalb in einen horizontalen etwas breiten Ring ausgedehnt ist, der den obern Rand der Hülsen bedeckt. Die Glasröhren selbst passen genau in die Hülsen, doch so, daß sie sich ohne zu großen Widerstand in ihnen herumdrehen, und sollten sie beim Aufbauen der Batterie an einer Seite feucht geworden seyn, sich wieder reinigen lassen. Zwischen

*) *Annalen*, B. 8, S. 138 f., 164 f., 198, 216 f. Voigt's
Mng. f. d. n. Z. d. N., B. 3, S. 339. R.

ihnen errichte ich die Batterie, *entweder* auf einer trocknen Glastafel, welche auf einem lackirten hölzernen, zwei Zoll hohen Klötzchen ruht, das genau zwischen die Hülsen paßt; *oder* über einer der großen gleich zu beschreibenden Endplatten.

Diese Endplatten sind Segmente eines Kreises von 4 Zoll Durchmesser, an deren Sehne, statt des fehlenden Abschnittes von 60° , ein elliptischer Fortsatz sich anschließt, so daß ihre größte Länge 6, ihre größte Breite 4 par. Zoll beträgt. Mittelft dreier weiter Löcher in ihrem kreisförmigen Theile läßt sich eine solche Scheibe an den Glasäulen herabschieben, bis sie auf der Siegellackdecke der Hülsen ruht, weshalb sie keiner weiteren Unterlage bedarf. An dem Ende des elliptischen Ansatzes sind einige kleinere Löcher eingebohrt, um in sie Drähte, Ketten u. dergl. einhängen zu können. Eine ähnliche Endplatte schließt das obere Ende der Säule an dem andern Pole. Sie sind von Kupfer, und dienen, theils, die Wirkung der Säule zu verstärken,*) theils dem Ganzen mehr Festigkeit zu geben, welches bei unruhigen Kranken unentbehrlich ist. Bediene ich mich der Glasplatte als Unterlage, so schliesse

*) Mehrere dieser Platten gleichförmig durch die Batterie vertheilt, vermehren die Stärke derselben bei weitem nicht in demselben Verhältnisse, als es die an den Polen angebrachten thun; wohl aber giebt eine solche Säule größere Funken.

ich an beiden Polen mit Platten, die von denen der Batterie nur wenig verschieden, und zum Einhängen der Ketten mit Haken versehen sind, und schiebe über die oberste Platte ein vierecktes mit 3 Löchern versehenes Brettchen, in dessen Mitte drei kleine, 1 Zoll hohe Glasröhren befestigt sind, mit denen es auf der obern Endplatte steht. Aufgelegte Stückchen Metall drücken dieses Brettchen etwas an; welches indess überflüssig wird, wenn ich mich, wie jetzt immer, der großen kupfernen Endplatten bediene.

Die Säule selbst besteht aus Metallplatten von der Grösse eines preussischen Thalers, *) und aus Scheiben, welche aus dünner weißer Kartenpappe geschnitten sind **) und den Raum zwischen den Säulen ziemlich genau ausfüllen. Beide Seiten derselben werden, so weit sie auf den Metallen aufliegen, mittelst eines Pinsels mit der anzuwendenden Feuchtigkeit genetzt, und stehen mit einem dreiviertel Zoll breiten trocknen Rande, über die Metall-

*) Ich brauchte bisher Platten von Silber, (abgeführte halbe Laubthaler,) Kupfer, (aus Kupferstecherplatten geschnitten,) Messing, Zinn, Blei, Eisen, Schriftgießsermetall und Zink, in sehr verschiedenen Combinationen. R.

**) Ich ziehe die Pappe dem Tuche und Leder vor, weil nass auch sie gut leitet, und da sie steifer ist, die Festigkeit des Apparats befördert. Auch kann man diese dünnere Pappe länger als die gewöhnliche starke brauchen. R.

allplatten hervor. Hierdurch gewinnt die Säule an Festigkeit, und das Nafwerden der Glasröhre wird vermieden. Die Batterie selbst errichte ich auf die von Ritter angegebene, jeder Forderung allein genügende Weise. *) Ihr Schema ist $SH + \infty$ (SZH) $+ Z$, wenn S Silber, Z Zink, (oder zwei beliebige in ähnlichem Oxydations-Verhältnisse stehende Metalle,) H aber den feuchten Leiter, (Humidum,) bedeutet. **) Nie aber lasse ich eine nur einigermaßen starke Batterie aus einer einzigen, die gesammten Plattenpaare fassenden Säule bestehen. Sie wird hierdurch zu hoch; ist ihrer Höhe und Schwere wegen nur mit Schwierigkeit von einem Orte zum andern zu bringen; die Last der obern Platten drückt zu stark auf die tiefer geleg-

*) Voigt's Magazin, B. 2, S. 317 folg. R.

**) Schließt man durch feuchte Körper, z. B. nasse Finger, Zunge u. s. w., so können das S und Z an den Polen jedes beliebige Metall seyn. Vereinigt man aber beide Pole durch Metalle, so sollte eigentlich, wenn unten S liegt, auch oben S , und das schließende Metall selbst S seyn, weil sonst durch diese Schließung die volle Wirkung der Batterie um die Action von einem $HSZH$ geschwächt wird, das dann durch die Endplatten S und Z in entgegengesetzter Lage mit den übrigen Ketten der Säule gebildet wird. Ich erwähne dieses, um mich zu rechtfertigen, wenn ich statt des schließenden Z eine Endplatte von Kupfer nehme. R.

Annal. d. Physk. B. 10. St. 3. J. 1802. St. 3.

X

nen Pappen; und ihr Gebrauch ist, da die Pole sich in vertikaler Linie befinden, bei den meisten Versuchen mit mehrern Unbequemlichkeiten verknüpft. Ich theile sie daher in zwei gleiche Schenkel, $SH + \frac{1}{2}x$ (SZH), und $Z + \frac{1}{2}x$ (HZS.) Beide ruhen, jener mit S, dieser mit Z, auf ihren eignen Gestellen, um beliebig einander genähert, oder von einander entfernt werden zu können. Ein Stab von Zink oder Silber verbindet die obern Pole, und vereinigt dadurch beide Säulen zu einer Batterie, zu $SH + x$ (SZH) + Z, deren ungleichnamige Pole *) sich nun in horizontaler Linie befinden.

Dieses von meinem Apparate, **) in so fern ich es zur Erläuterung einiger weiter unten vorkommenden Stellen für nöthig hielt. Jetzt zu den Versuchen selbst.

Schon im Mai dieses Jahres, wo ich, um Versuche in Rücksicht der Polarität der Säule anzustel-

*) Eigentlich sollten wohl die jetzt sogenannten Pole *Endpole* heißen, da eigentlich jede Batterie doppelt so viele Pole als wirkfame Ketten aufzuweisen hat.

R.

**) Mit Freuden trage ich hier zu dem gebührenden Lobe der von Herrn Tauber, Inhaber des hiesigen physikalischen Magazins, verfertigten galvanischen Apparate mein Schärfflein bei. Die von ihm erfundenen medicinisch-galvanischen Etais sind vollständig, nett und bequem; ich empfehle sie jedem.

R.

len, Batterien von 80 (SHZ) errichtet hatte, beobachtete ich, dafs an S Oxygen, an Z Hydrogen entbunden wurde. Da zu befürchten war, dafs man deshalb die Behauptung Volta's, die Kette bestehe aus zwei heterogenen festen Leitern, die einen feuchten Leiter einschliessen, missverstehn, und diesem Missverständnisse zufolge SHZ, auch in ungeschlossnem Zustande, für die Grundkette der Säule annehmen, und nach ihr die Pole bestimmen werde; so nahm ich mir schon damals vor, durch Versuche zu zeigen, dafs der Contact heterogener Metalle, (welcher in SHZ fehlt, so lange man nicht durch Metall schliesst,) es sey, was eigentlich die galvanische Action begründe, und dafs daher die Wirksamkeit der Batterie von diesem Contacte ausgehen müsse. *) Für mich war dieses erwiesen, seitdem Fabroni, **) Afh, ***) Humboldt ***) und Ritter ****) gezeigt hatten, wie sehr dieser Contact den Oxydations-Prozess erhöhe, und seit-

*) Dafs dieses nicht allein von Metallen, sondern von allen festen, in gleichem Verhältnisse stehenden Leitern gelte, versteht sich. R.

**) von Crell's *chemische Annalen*, 1795, S. 503. *Annalen der Physik*, B. 4, S. 428 folg. R.

***) von Humboldt *Vers.*, B. 1, S. 471 folg. R.

****) *Angef. Schrift*, B. 1, S. 474 folg. R.

*****) *Annalen der Physik*, B. 2, S. 30 folg. — Ritter's *Beiträge*, B. 1, St. 2, S. 250 folg. R.

dem Volta *) und Cavallo **) den Einfluß dieses Contacts auf die electricischen Erscheinungen dargethan hatten. Diese letztern bewiesen durch Versuche, daß von zwei sich berührenden heterogenen Metallen, das dem Sauerstoffe näher verwandte, *positive*, das den Sauerstoff weniger anziehende, *negative* Electricität erhalte; Beobachtungen, welche Ritter an den die Pole repräsentirenden Endplatten der von ihm errichteten Batterie unumstößlich bewies, ***) und hierdurch schon den Nicholsonschen Polen ihre Rechte für immer sicherte. Doch ich erfuhr bald, daß dieses alle andere, nicht so wie mich, zu überzeugen vermochte. Was ich fürchtete, geschah; man räumte der Batterielage SHZ die Vorrechte der Grundkette ein, und glaubte an S den Oxygen-, an Z

*) In den Briefen an Vassali in Gren's *neuem Journal der Physik*, B. 2, S. 143, 167; und in dem zweiten Briefe an Gren in d. *n. Journal*, B. 4, S. 101 folg., 118 folg. R.

**) *Vollst. Abhandl. d. Electricität, vierte Ausgabe*, 1797, B. 2, S. 346 folg. Cavallo's Versuche sind in der That merkwürdig. Er liefs auf ein isolirtes Metallstück ein heterogenes Metall, das bald von gleicher, bald von erhöhter Temperatur war, aus der Hand herabfallen, und erhielt so, mittelst des Duplicators, am Electrometer Spuren verschiedener Electricitäten. R.

***) *Annalen der Physik*, B. 8, S. 209 folg., 386 folg. Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 497 folg. R.

den Hydrogenpol gefunden zu haben. So war die Nothwendigkeit eingetreten, durch Versuche zu beweisen, was von Niemand eigentlich hätte bezweifelt werden sollen; und so wurde denn hierdurch auch dieser Aufsatz veranlaßt.

I.

Wenn galvanische Action mit dem Contacte heterogener Stoffe beginnt, so müssen sich auch in der ungeschlossnen Kette, worin dieser Contact statt findet, Spuren derselben zeigen, und zwar auch durch *Modification des Oxydations - Processes*, da dieser Prozeß, den Beobachtungen zufolge, durch die galvanische Action so sehr erhöht wird. — Diese Ueberlegung veranlaßte mich, feste und flüssige Leiter in allen möglichen Combinationen übereinander zu schichten. So ließ ich sie 20 bis 24 Stunden ruhig in der Stube an einem, vor den Sonnenstrahlen geschützten Orte unter Glasglocken stehen. Die Resultate, welche ich erhielt, waren folgende, wobei, wie oben, S Silber, K Kupfer, Z Zink, und H den feuchten Leiter bedeutet:

1. Als H ein Tropfen *destillirtes Wasser* war: — SH gab kein, KH wenig, ZH ungleich mehr Oxyd. — Dasselbe findet statt bei HSH, HKH, HZH; Erscheinungen, welche die Chemie schon längst als entschieden angenommen hatte.

2. S, K und Z waren Platten mit Haken, die an der Spitze abgerundet waren, und berührten sich nirgends. Der Wassertropfen befand sich zwi-

dem Volta *) und Cavallo **) den Einfluß dieses Contacts auf die electricischen Erscheinungen dargethan hatten. Diese letztern bewiesen durch Versuche, daß von zwei sich berührenden heterogenen Metallen, das dem Sauerstoffe näher verwandte, *positive*, das den Sauerstoff weniger anziehende, *negative* Electricität erhalte; Beobachtungen, welche Ritter an den die Pole repräsentirenden Endplatten der von ihm errichteten Batterie unumstößlich bewies, ***) und hierdurch schon den Nicholsonschen Polen ihre Rechte für immer sicherte. Doch ich erfuhr bald, daß dieses alle andere, nicht so wie mich, zu überzeugen vermochte. Was ich fürchtete, geschah; man räumte der Batterielage SHZ die Vorrechte der Grundkette ein, und glaubte an S den Oxygen-, an Z

*) In den Briefen an Vassali in Gren's *newem Journal der Physik*, B. 2, S. 143, 167; und in dem zweiten Briefe an Gren in d. *n. Journal*, B. 4, S. 101 folg., 118 folg. R.

**) *Vollst. Abhandl. d. Electricität, vierte Ausgabe*, 1797, B. 2, S. 346 folg. Cavallo's Versuche sind in der That merkwürdig. Er liefs auf ein isolirtes Metallstück ein heterogenes Metall, das bald von gleicher, bald von erhöhter Temperatur war, aus der Hand herabfallen, und erhielt so, mittelst des Duplicators, am Electrometer Spuren verschiedener Electricitäten. R.

***) *Annalen der Physik*, B. 8, S. 209 folg., 386 folg. *Voigt's Magazin*, B. 2, S. 497 folg. R.

den Hydrogenpol gefunden zu haben. So war die Nothwendigkeit eingetreten, durch Versuche zu beweisen, was von Niemand eigentlich hätte bezweifelt werden sollen; und so wurde denn hierdurch auch dieser Aufsatz veranlaßt.

I.

Wenn galvanische Action mit dem Contacte heterogener Stoffe beginnt, so müssen sich auch in der ungeschlossnen Kette, worin dieser Contact statt findet, Spuren derselben zeigen, und zwar auch durch *Modification des Oxydations - Processes*, da dieser Prozeß, den Beobachtungen zufolge, durch die galvanische Action so sehr erhöht wird. — Diese Ueberlegung veranlaßte mich, feste und flüssige Leiter in allen möglichen Combinationen übereinander zu schichten. So ließ ich sie 20 bis 24 Stunden ruhig in der Stube an einem, vor den Sonnenstrahlen geschützten Orte unter Glasglocken stehen. Die Resultate, welche ich erhielt, waren folgende, wobei, wie oben, S Silber, K Kupfer, Z Zink, und H den feuchten Leiter bedeutet:

1. Als H ein Tropfen *destillirtes Wasser* war: — SH gab kein, KH wenig, ZH ungleich mehr Oxyd. — Dasselbe findet statt bei HSH, HKH, HZH; Erscheinungen, welche die Chemie schon längst als entschieden angenommen hatte.

2. S, K und Z waren Platten mit Haken, die an der Spitze abgerundet waren, und berührten sich nirgends. Der Wassertropfen befand sich zwi-

sehen den beiden Haken und berührte beide. — Um den Haken von *Z* findet sich eine beträchtliche Menge reines weisses - grauen Oxyds in concentrischen Ringen; an *K* äusserst wenig; an *S* nichts davon.

3 *SZH* und *KZH* gaben auf *Z*, wo es an *H* gelegen hatte, viel, dem in 2 gleiches Oxyd. *ZSH* lieferte keines; *ZKH* äusserst wenig Oxyd.

4. *Pappe*, mit destillirtem Wasser getränkt, gab dieselben Resultate; nur dass *H* jetzt mit *Z* so fest zusammenhing, dass beide nur mit Gewalt getrennt werden konnten. *HZSH* gab bloß an *Z*, da, wo es mit dem berührenden *H* zusammenhing, Oxyd.

*Als H ein Tropfen gesättigter Kochsalz-Auflösung war, *)* bemerkte ich:

5. auf *ZH* schon nach 2 Stunden so viel Oxyd, als ich auf *KH* erst nach 24 Stunden fand. Auf *SH* sah ich keins, wohl aber war das Kochsalz in regelmässigen KrySTALLen angeschossen. Das Oxyd auf *Z* war weissgrau, und aus parallelen Ringen zusammengesetzt; das auf *K* hatte eine blaugrüne Farbe und zeigte SalzkrySTALLE.

6. *SHZ* und *KHZ*, wo *S*, *K* und *Z*, wie in 2, Hakenplatten waren, liessen schon nach zwei Stunden vieles weissliches Oxyd an *Z* bemerken; an *S*, selbst nach 24 Stunden, äusserst wenig; an *K* etwas mehr.

*) Zu diesen, so wie zu allen weiter unten erwähnten Auflösungen, wurde destillirtes Wasser genommen. R.

7. SZH und KZH. Schon nach 2 Stunden sehr bemerkbares, nach 20 Stunden vieles weißgraues Oxyd auf Z. An Menge übertraf es bei weitem das in 3 vorhandne; auch war es in engere Kreise zusammengezogen und mit einem erhabenen Rande umschlossen. Krystalle sah ich nicht.

8. ZSH, ZKH. Jenes gab nach 20 Stunden eine höchst unbedeutende, dieses eine etwas größere, doch immer um vieles kleinere Oxydmenge, als sich auf KZH vorgefunden hatte. Auf ZSH wie ZKH hatte sich das Kochsalz krySTALLISIRT; bemerkenswerth war es, daß das Oxyd auf diesem eine apfelgrüne, das auf KH, (5,) eine blaugrüne Farbe hatte, da doch beide K von derselben Kupferplatte, so wie beide H von derselben Auflösung genommen waren, und bei beiden Versuchen völlig gleiche Umstände obwalteten.

Wenn H kochsalznasse Pappe war, erhielt ich bei gleicher Vorrichtung dieselben Resultate, wie in 5 — 8; nur daß dann die KrySTALLISATION des Salzes und der Farbenunterschied in den Oxyden weniger deutlich waren. Constant hing H an Z, nie, oder doch nur leise, an S oder K an.

9. HSZH, HKZH. Viel Oxyd auf der mit H im Contacte gewesenen Fläche von Z; beide fest zusammenhängend; an S sehr wenig, an K etwas mehr Oxyd; K mit seinem H nur leise zusammenhängend.

10. SZHZ, KZHZ. In beiden nach 22 Stunden, ZHZ wie zusammengekittet; doch hing H

mit dem *Z*, das auf *S* oder *K* gelegen hatte, inniger, als mit dem andern zusammen, welches nur allein mit ihm im Contacte gewesen war; auch war jenes stärker oxydirt, als dieses. *S* wie *K* zeigte keine Spur von Oxydation.

11. *ZSHS*, *ZKHK*. Beide *K* waren etwas oxydirt, und zwar, wie es schien, das obere mehr als das auf *Z* liegende. Bei *S* zeigten sich bloß an dem obern einige, obschon schwache Spuren von Oxyd. Nirgends Zusammenhang mit *H*.

12. *ZSHZ*, *ZKHZ*. Das meiste Oxyd in dem obern, auf *H* liegendem *Z*. Etwas, jedoch wenig, an *K*, wo es mit *H* in Berührung war. An *S* keines. *H* mit seinem *Z* zusammenhängend.

13. *SZHS*, *KZHK*. *Z* beträchtlich oxydirt und an *H* hängend; an keinem *S* Spur einer Oxydation; bloß das obere *K* war, wo es an *H* lag, schwach oxydirt.

14. *HZHK*, *HKHZ*. In beiden waren die Metalle da, wo sie mit *H* in Berührung standen, oxydirt; jedoch *Z* weit stärker als *K*. *)

15. *HKHZH*. *Z* hing mit beiden *H* gleichmäßig zusammen, und war an beiden Flächen ziemlich gleich oxydirt.

*) Ich übergehe, um nicht zu weitläufig zu werden, in Zukunft alle mit *S* zusammengesetzten Formen, da von ihnen dasselbe gilt, was wir in den mit *K* construirten bemerken. Wo *K* etwas Oxyd zeigte, fand sich davon an *S* fast keine Spur. *R*,

16. *KHZKHZ*. Beide *Z* waren an den auf *H* liegenden Flächen, in gleich beträchtlichem Grade oxydirt; das untere *K* zeigte mehr Oxyd, als das, welches mit *Z* in Berührung gewesen war, jedoch, wie immer, nur auf den an *H* gränzenden Seiten. Das *K* berührende *Z* hing fest an seinem *H*.

17. *KZHKZH*. Hier war nur das mit *H* in Berührung gewesene *K*, wiewohl sehr wenig, oxydirt. An beiden *Z* zeigte sich, wo sie an *H* gelegen, eine beträchtliche Menge Oxyd, an dem untern jedoch noch mehr, als an dem obern. Uebrigens war alles wie bei dem einfachen *KZH*.

18. *ZKHZKH*. Unteres *K* weniger, als oberes, oberes *Z* allein oxydirt; dieses auch mit *H* zusammenhängend.

19. *HKZHKZH*. Alle an *H* gelegenen Metallflächen oxydirt, vorzüglich die von *Z*, deren jedes an seinem *H* hängt. Uebrigens schien das untere *K* mehr als das obere, das obere *Z* hingegen weniger, als das untere oxydirt zu seyn.

20. *HKZHZKH* gab, als aus zweien sich entgegengesetzten *HKZH* bestehend, in jedem derselben, das in 9 bereits angeführte.

21. Wurde in 2 und 6 die Kette geschlossen, so daß die Metalle nun in wechselseitige Berührung kamen, so fand ich den Oxydations-Prozess an *Z* verstärkt, an *K* und *S* unbemerkbar. Dasselbe galt für alle Formen, wo heterogene Metalle im Contacte sich befanden. Fehlte dieser, so wurde auch

die Oxydation durch Schliessung der Kette nicht in diesem Grade modificirt.

22. Eine Säule von 120 Lagen Silber und Zink, ohne feuchten Leiter, (120 SZ,) zeigte nach 72 Stunden keine Spur von Oxydation; auf Zunge und Froschschenkel wirkte sie mit der Stärke der einfachen Kette. *) Dasselbe galt für jede, aus Metallen allein bestehende Säule, diese mochten noch so verschiedenartig gewählt, und auf jede nur beliebige Art zusammengeschichtet seyn.

Aus den bisher erzählten Versuchen, glaube ich folgende Schlüsse ziehen zu dürfen:

a. Jedes mit einem feuchten Leiter im Contacte befindliche Metall oxydirt sich, nach den bekannten chemischen Gesetzen, (1, 5.)

b. Zwei heterogene sich nirgends berührende Metalle oxydiren sich, wenn sie einen feuchten Leiter einschliessen, in demselben Grade, als wenn jedes derselben einzeln mit ihm in Contact ist. (2, 6, 14, 15.)

c. Zwei heterogene, in wechselseitigem Contacte stehende Metalle modificiren in Berührung mit einem feuchten Leiter den Oxydations-Prozess; und zwar erhöhen sie ihn, wenn das oxydirbarere, und vermindern ihn, wenn das minder oxydirbare Metall den feuchten Leiter berührt. (3, 7, 8.) Sind

*) Weil hier Frosch und Zunge die Stelle des feuchten Leiters vertreten.

beide Metalle mit ihm verbunden, so wird beides, jedes an seinem Orte bemerkbar. (4, 9.)

d. Alles in c Vorgetragene findet sich bei geschlossener Kette in ungleich höherm Grade; doch müssen in ihr zwei heterogene Metalle irgendwo in wirklichem Contacte vorhanden seyn; fehlt dieser, so fehlen zugleich die eben angeführten Phänomene. (21.)

e. Bei Metallen, (wahrscheinlich auch bei allen übrigen festen Leitern,) die ohne Dazwischenkunft eines feuchten Leiters über einander geschichtet sind, findet keine Spur von Oxydation statt. (22.)

f. Aus der Flüssigkeit des feuchten Leiters, der mit zwei in Conflict befindlichen Metallen in Berührung steht, wird auf der Fläche, welche an dem oxydirbarern Metalle liegt, Sauerstoff, auf der entgegengesetzten Fläche Wasserstoff entbunden. Einem mit dem minder oxydirbaren Metalle verbundenen feuchten Leiter geschieht das entgegengesetzte von diesem. In geschlossener Kette wird alles dieses in weit höherm Grade bemerkbar. *)

*) Dies beweist Folgendes: α . wenn der feuchte Leiter das oxydirbarere Metall berührt, so oxydirt sich dieses stärker, als es geschieht, wenn es, ohne mit einem andern Metalle in Contact zu seyn, an der Feuchtigkeit liegt. β . Das schwerer oxydirbare an den feuchten Leiter gebracht, oxydirt sich weniger, als wenn es ohne Verbindung mit einem andern, mit einer leitenden Flüssigkeit in Conflict gesetzt wird. γ . Wenn in α

II.

Alles dieses lehrte uns die anorganische Natur. Die *organische* bestätigt ihre Aussagen. Zwar brauchte ich deshalb nur auf die Ritter'schen Versuche zu verweisen; doch Sie wissen, was in unsern Tagen alles bezweifelt worden ist und bezweifelt wird. Auch wünschte ich, eine, wo möglich, kategorische Entscheidung dessen, was der alleinige Gegenstand dieser Blätter ist. Ohne sie ist es unmöglich, Einheit

mit der Fläche des feuchten Leiters *H*, welche der im Contacte begriffnen entgegengesetzt ist, ein Metall in Berührung gebracht wird, so oxydirt es sich weniger, als es nach dem einfachen chemischen Gesetze geschehen sollte. 3. Das Gegentheil erfolgt, bei gleichen Umständen, in den Vorrichtungen β , (3, 4, 7 — 13, 16 — 20.) 4. Die Entbindung des Oxygens an *Z*, des Hydrogens an *S* oder *K*, zeigt sich am deutlichsten, wenn man die Ketten 2, 6 wie 11 schließt; (sie werden hierdurch = 3, 7, 8, wenn auch diese geschlossen sind.) Denn, wenn man hier die Haken der Platten so weit nähert, daß den Haken von *S* oder *K* die um die Spitze von *Z* gesammelten oxydhaltigen Kreise treffen sollten, so weichen diese, da, wo sie den Wirkungskreis von *S* oder *K* berühren, gleichsam zurück, und sind an dieser Stelle wie eingebogen. — Bemerken muß ich hierbei, daß alle diese Versuche einen geübten Experimentator, und die größte Reinlichkeit und Genauigkeit erfordern, um reine Resultate zu liefern. — Noch mehrere beweisende Versuche werden sich unten finden. R.

in die galvanischen Versuche zu bringen, und in dieser Hinsicht verdient diese zweite Reihe von Versuchen immer einige Aufmerksamkeit.

Bei gleichbleibender Bedeutung der Buchstaben S, K, Z sey jetzt *H Pappe mit destillirtem Wasser oder Kochsalz - Auflösung* getränkt; das Reagens ein *im höchsten Grade reizbarer*, *) auf die gewöhnliche Art *präparirter Froschschenkel*. Hier finden Sie

1. nie Zuckungen, wenn Sie Nerven oder Muskel auf ein beliebiges Endglied der nicht zur Kette geschlossnen Formen, I, 1 bis 20, legen; ich blieb selbst zweifelhaft, ob hier die Stimmung der Reizbarkeit modificirt werde, oder nicht. **)

2. Schließt der an die Metalle geschobne Schenkel in SHZ oder KHZ die Kette, so zeigt sich nie die entfernteste Spur von Zuckung.

*) Z. B. ein Schenkel, welcher zuckt, wenn der Muskel auf den Nerven zurückgebogen wird, oder worin homogene Metalle Zuckungen hervorzubringen vermögen. R.

**) Hierher gehören die von Humboldt zuerst angestellten, von Keutsch eben so glücklich wiederholten Versuche ohne Kette, (v. Humboldt's *Vers.*, B. 1, S. 43 folg., 487, und meine *Disfertat. de Galvanismo*, Spec. II, p. 3 folg.) Dafs der oft nicht eintretende Erfolg blofs dem Mangel an gehörig reizbaren Individuen, als Reagentien für diesen Grad von Action, beizumessen ist, erhellt daraus, dafs, wie ich weiter unten zeigen

3. Schließt er dagegen die Form $HSZH^*)$ zur Kette, so fehlen die Zuckungen nie. Sie waren

werde, die Versuche an den Polen der Batterie sehr leicht gelingen. R.

*) Auf diese Grundformen kommen SZH und ZSH zurück, wenn man sie mittelst des feuchten Froschschenkels, ($= H$), zur Kette schließt, da dann, wie jeder einfache galvanische Versuch zeigt, feuchte Pappe gänzlich fehlen kann, deren Stelle das feuchte Organ vertritt. Behielt ich dennoch feuchte Pappe bei, und das Organ kam unmittelbar darauf zu liegen, so war sie bloß mit destillirtem Wasser getränkt, um allen möglichen Einwürfen, z. B. der modificirten Reizbarkeit u. s. w., möglichst auszuweichen. Eben deswegen brachte ich nie, wenn $H =$ kochsalzsafter Pappe war, das Organ auf diese selbst; sondern legte zwischen beide ein dem homogenes Metall, das die untere Fläche berührte, so daß z. B. $HSZH$ in $SHSZHZ$ umgeändert wurde. — Noch glaube ich folgenden Versuch hier erwähnen zu müssen. In einer Silber-Zink-Batterie von 13 Lagen, ($14 \cdot SZH + SZ$), wo anstatt der Pappen frische Froschschenkel zwischen den Metallen lagen, um so H zu repräsentiren, zuckte keiner, so oft ich auch die Kette durch Vereinigung der Pole schloß. Schloß ich von einem beliebigen Pole nach einem H , so zuckte dieses, und zwar dieses allein. Vereinigte ich die Pole durch einen Froschschenkel, so gerieth dieser in convulsivische Bewegungen, indess die in der Batterie befindlichen sämmtlich in tiefster Ruhe blieben. Bei der Anstellung dieses Versuchs ist es nöthig,

hauptsächlich im Augenblicke der Schließung stärker, wenn ich von S nach Z; schwächer, wenn ich von Z nach S schloß, wogegen in diesem letztern Falle die Trennungszuckungen bemerkbarer wurden. Die Kette: Muskel, HSZH, Nerve, verminderte; Nerve, HSZH, Muskel, erhöhte die Reizbarkeit des Organs. *)

Diese Erscheinungen gewähren jedoch nicht die Organe der Bewegung allein; auch die der Sinne bestätigen sie auf das vollkommenste. Ich wähle statt aller das Organ des Geschmacks.

4. Legen Sie alle in I, 1 — 20 aufgeführte Formen mit einem Ihnen beliebigen Ende auf eine trockne Glastafel, berühren Sie, ohne die Kette zu schließen, das entgegengesetzte Ende mit der Spitze der Zunge, und Sie fühlen, Sie schmecken nichts.

5. Nehmen Sie SHZ, gleichviel mit S oder Z, in Ihre (am besten mit Salzauflösung) angefeuch-

darauf zu sehen, daß kein oberes H, (= Froschschenkel,) ein tiefer gelegnes berühre; ich vermied es, indem ich sie da, wo sie über die Metallplatten hervorragten, in geräumige, an beiden Seiten offene Glasröhren faßte, die 1 — 1½ Zoll Länge hatten. Diese Batterie war so wirksam, als eine, die aus gleicher Anzahl Platten, mit kochsalznasser Pappe aufgerichtet war. R.

*) Schwerlich würde ich dieses letztere Phänomen, mit Grapengiesser, aus der Gradation der Reize allein erklären. (S. dessen Schrift: *Versuche, den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden*, Berlin 1801, S. 81 folg.) R.

tete Hand, schliessen Sie oben mit der Spitze der Zunge; und Sie haben weder Gefühl noch Geschmack. Berühren Sie nun mit der andern ebenfalls angefeuchteten Hand Z mit einem Stücke S, oder dieses mit einem Stücke Z; und sogleich haben Sie im Augenblicke des Contacts, wenn Z an der Zunge liegt, den sauren, wenn S sich daran befindet, den alkalischen Geschmack. *)

6. *HSZH*, oder das ihm gleiche *SHSZHZ*, entweder durch Zunge allein, oder durch diese und feuchte Hand geschlossen ist, wie aus 5 folgt, activ, mit den angegebenen Nüancen.

Doch wozu soll ich Sie länger mit Erzählung von Versuchen ermüden, die Ihnen nicht neu seyn können, **) und, aufrichtig gesprochen, mir selbst, als ich sie anstellte, wenig Freude gewährten, da sie, (deren Erfolg ich jedes Mahl voraus sagte,) nur zur Bestätigung mir längst bewiesener Thatfachen dienen konnten. Dennoch glaubte ich der guten Sache diese Geduld schuldig zu seyn, und so unternahm

*) Dafs hier, in *SHZ*, die Zunge die Stelle von *H* vertreten könne, brauche ich nicht zu erinnern; nur dafs man hier durch feuchte Leiter schliessen mufs, um den Contact der Metalle zu vermeiden.

R.

**) Sie lassen sich grösstentheils aus dem folgern, was Volta, (*n. Journal der Physik*, B. 2, S. 141 folg., B. 4, S. 107 folg.) und Ritter, (*Beweis u. f. w.*, an mehreren Orten, vorzüglich §. 9.) lehrten.

R.

nahm ich für sie, was ich für mich nie gethan haben würde. Jetzt verlassen wir sie, überzeugt, daß

a. keine, wenigstens für uns bemerkbare galvanische Action in Ketten sich zeige, die aus Metallen allein bestehen;

b. daß *Ein* Metall und *Ein* feuchter Leiter sie eben so wenig hervorbringt;


c. daß sie eben so in Ketten aus zwei heterogenen Metallen und einem feuchten Leiter fehlt, wenn sich die Metalle nicht wechselseitig berühren;

d. daß sie sich dagegen in dieser Kette sogleich im Augenblicke des Contacts der heterogenen Metalle zeigt;

e. daß sie auch in ungeschlossener Kette, doch nur in niederm Grade, zugegen ist; indess sie

f. in geschlossener erhöht hervortritt.

g. Alles dieses berechtigt uns, festzusetzen: daß eine Kette, die wir aus zwei heterogenen Metallen, M , m , und einem feuchten Leiter, H , bilden, nur dann *wirksam* seyn könne, wenn die beiden Metalle, sich wechselseitig berührend, (eine nicht zu erlassende Bedingung,) beide zugleich mit dem feuchten Leiter im Contacte sind; wenigstens, daß sie so geschlossen in höhern Grade wirksam werde, und mithin nur die Kette, deren Bild

ist, allein die *Grundkette*, die *Einheit der M*  *Volta'schen Batterie* genannt werden dürfe. *)

*) Ich sprach bisher bloß von Einer Gattung der festen Leiter, von den Metallen. Es wird nicht schwer seyn, das Gesagte von dem ganzen Ge-

III.

Aber noch dürfen wir die Acten nicht schließen, dürfen es nicht, bevor wir den letzten dem halsstarrigen Zweifler übrig bleibenden Einwurf widerlegt haben. Zugegeben, daß die in II g aufgeführte Kette die wirkksamere sey; zugegeben, daß wir bisher eine Spur galvanischer Action in der einfachen Kette II c mit unsern Reagentien auszumitteln nicht vermochten: wird dieses auch bei dem *Vielfachen dieser Kette* der Fall bleiben? Oder mit andern Worten: *wird bei zweckmäßiger Zusammensetzung lediglich und allein II g die wirksame Batterie bilden, und II c nie etwas ihr ähnliches liefern?*

schlechte zu beweisen. Eben so redete ich nur von den bis jetzt bekannten Batterien, d. h. von denen, die aus zwei Metallen, (festen Leitern,) und einem feuchten Leiter bestehn. Es geschah aus leicht begreiflichen Gründen. Daß Ketten, wie sie Volta aus zwei feuchten und einem festen Leiter, (Metalle,) bildete, ebenfalls zur Batterie zusammengereiht werden können, haben mich neuere Versuche gelehrt, die ich in dieser Absicht anstellte. Daß jedoch auch diese Ketten, deren Form HMh ist, (wenn M Metall, H einen feuchten und h einen diesem heterogenen feuchten Leiter bedeuten,) dadurch auf MmH können zurückgebracht werden, daß man das homogene Metall durch die heterogenen Flüssigkeiten als in zwei heterogene M , m verwandelt annimmt, erhellt von selbst. (S. Volta in Gren's *n. J. d. Physik*, B. 2, S. 141 folg., und a. mehr. O.)

R.

Auch hier müssen Versuche entscheiden; aber welche? Ich glaube, nur die, wo wir eine beliebige Anzahl einfacher Ketten mittelst eines Körpers zu einem Ganzen verbinden, welcher Galvanismus leitet, ohne bei seinem Eintritte in die Batterie galvanische Action, wenigstens in einigermaßen beträchtlichem Grade selbst zu begründen. Dafs ohne diesen keine Ueberzeugung möglich sey, lehrt folgende Betrachtung. Der die einzelnen Kettenglieder verbindende Leiter sey L , und die Batterie einmahl in der Form $a, x. (MHmLMHm)$, das andere Mahl in der Form $b, x. (MmHLMmH)$ errichtet. Setzen wir nun $L =$ festem Körper, also Metall oder diesem ähnlich, *) was entsteht? In a wie in b berührt L Metall, was wir doch in a vermeiden wollten. Es sey daher $L =$ einem der gewöhnlichen feuchten Leiter; allein auch hier haben wir nichts gewonnen, da die in a fehlende Action die Unthätigkeit von MHm noch immer nicht erweisen würde. Wir erhalten nämlich jetzt in dieser Batterie statt einer, zwei verschiedene Ketten, die erste MHm , die zweite mLM . Die Actionen beider sind sich entgegengesetzt, und daher $= 0$, wenn $H = L$. Eben so wenig könnte Wirkksamkeit in b für $HMmH$ als Grundkette entscheiden; denn auch hier werden

*) Wir kennen bis jetzt noch keinen festen Leiter des Galvanismus, der nicht, auf Art der Metalle, galvanische Action neben seiner Leitung zugleich in beträchtlichem Grade begründete. R.

wir neben dieser die Kette $mHLM = mHM$ vorfinden, ungewiss, ob diese, oder sie die Action eigentlich begründen. Hiermit wäre daher die Nothwendigkeit eines Leiters, wie der oben erwähnte, erwiesen.

Woher sollen wir aber einen solchen bloß leitenden Körper nehmen? — Darf ich meinen Versuchen trauen, so habe ich ihn im *höchst reinen völlig wasserfreien Alkohol*, *) gefunden. **) Hier diese Versuche selbst, denen ich einiges über frühere, in Rücksicht der Leitungsfähigkeit dieses Stoffs von mehreren Physikern gemachte Beobachtungen, vorausgeschickt haben würde, hätten sie mir nicht, wegen der Widersprüche, die sie enthalten, ***) zu

*) Das Richtersche Alkoholometer, (*Berlinisches Jahrbuch f. d. Pharmacie*, 1799, S. 88 folg.,) zeigte in dem Alkohol, dessen ich mich bei diesen Versuchen bediente, nicht die mindeste Spur von Wasser. Da er jedoch, wenn er noch so wasserfrei ist, neben seinem Carbon und Hydrogen 0,54 Oxygen enthält, so lassen sich hieraus mehrere, bei den Versuchen vorkommende Erscheinungen erklären. R.

**) Ich erinnere hier nochmals an das, was S. 301, Anm., erinnert worden, um danach alle aus den hier vorgetragenen Versuchen gezogene Resultate zu beurtheilen. Gewiss trägt alles aus Materie Geformte mehr oder weniger zur Begründung galv. Action bei. R.

***) Die meisten dieser Widersprüche gründen sich wohl auf die verschiednen Grade der Reinheit

wenig entscheidend und zu weit von dem eigentlichen Zwecke dieser Blätter entfernt geschienen.

1. Von zwei, einen Zoll langen, mit höchst reinem Alkohol getränkten Stückchen Schwamm, brachte ich das eine mit dem Nerven, das andere mit dem Muskel eines sehr reizbaren Froschschenkels, und zugleich die beiden andern Enden der Schwammstückchen mit Zink und Silber in Berührung. Der Schenkel zuckte, so oft sich die Metalle entweder selbst berührten, oder durch ein drittes Metall verbunden wurden. Die Zuckungen schwiegen, wenn Alkohol oder ein anderer feuchter Leiter die Verbindung der beiden Metalle vermittelte. Fehlte eins der Schwammstücke, so daß nun das eine Metall das Organ selbst berührte, so blieb dennoch der Erfolg derselbe. Ja, es konnte in diesem Falle, so lange das Organ auf einer höhern Stufe der Reizbarkeit stand, selbst das eine Metall entfernt werden, noch immer blieben die Zuckungen bemerkbar.*)

des Alkohols, vielleicht auch darauf, daß man bald längere, bald kürzere Zeit damit in atmosphärischer Luft experimentirte. R.

*) Diese Versuche beweisen mehr, als wir hier von ihnen verlangten. Sie zeigen, daß, bei $H =$ Alkohol, die Form $HSZH$ wirksam, $HSHZ$ unwirksam ist, und mithin dem Alkohol neben seiner leitenden Eigenschaft auch galvanische Thätigkeit zukomme. Nur der geringe Grad der Action kann daher seine Anwendung entschuldigen. R.

Dies war der Fall, wenn sich Zink am Nerven, Alkohol am Muskel befand, und so beide sich berührten; es geschah nicht, wenn der Zink auch am Muskel dieses Schenkels lag. Unwirksam fand ich für diesen Grad der Reizbarkeit die Ketten: Nerve, S, ∇ , Muskel, und Nerve, ∇ , S, (oder Z.) Muskel. *)

2. Die sehr wirksame Batterie $KH + 60(KZH) + K^{**}$, war in 2 gleiche Schenkel getheilt. Ihre

*) In wie fern dieser Versuch mit den von Humboldt, (*Versuche*, B. 2, S. 175, 342 folg.) angestellten, so wie mit Fontana's Behauptung, daß Alkohol nur auf die sensible Fiber wirke, (s. dessen Schrift: *über das Niperngift* an mehr. Orten,) übereinstimme oder nicht, darf ich hier nicht untersuchen. Es muß zu der Entscheidung der Frage gehören: ob gewisse Substanzen die Reizbarkeit unmittelbar, durch sich allein, modificiren, oder ob dieses Phänomen von einer Stärkern, durch sie begründeten, galvanischen Action abhängt. Ich habe hierüber eine Reihe von Versuchen angestellt, welche in der That das letztere, (wenn nicht vielleicht alles dieses Galvanismus mit jenem coexistirend ist,) beweisen. Ihre Resultate stimmen ziemlich mit dem überein, was Pfaff fast zu gleicher Zeit beobachtete, (s. dessen *Nordisch. Archiv*, B. 1, St. 1, S. 17 folg.) auch gehört der unten vorkommende Versuch S. 331 hierher, wo der Hydrogenpol allein erhöhende Kräfte zeigte. Für was spricht dieser? R.

**) K zu Anfang und Ende der Batterie waren zwei

obern ungleichnamigen Pole wurden durch eine Zinkstange; ihre untern Pole durch höchst reine Golddrähte und eine mit wasserfreiem Alkohol gefüllte und mit Kork verschlossene Glasröhre verbunden, *) in welcher die Spitzen der Drähte $\frac{1}{3}$ pariser Zoll von einander entfernt standen. Es zeigte sich keine Spur von Action, bis der mit S der Batterie verbundene Draht nach 4 Minuten anfang Spüren von Gasentwicklung zu zeigen. **) Das Gas stieg theils von der Spitze, theils, widwohl in minder starken Strömen, von zwei nach hinten gelegenen Stellen dieses Drahts empor. ***) Jedoch verschwanden diese letztern, so bald ich beide Drähte noch um $\frac{1}{3}$ Zoll weiter von einander entfernte. Je-

der oben beschriebnen Endplatten, so wie H kochsalznasse Pappe. R.

*) Sie faßte 1 Unze destillirtes Wasser. Von gleichem Inhalte waren alle Röhren, deren ich mich bei den folgenden Versuchen bediente. R.

**) Dieses Zögern war bei der angegebenen Entfernung der Drahtspitzen constant, fehlte aber, so oft der Cylinder Wasser statt des Alkohols enthielt, und ist daher der schlechtern Leitung dieses, nicht aber dem so oft vorkommenden Ausruhen der Batterie, (s. Grapengieser's ang. Schrift, S. 22, 23,) beizumessen. Die Erklärung dieses Phänomens gab Ritter, *Annalen der Physik*, B. 8, S. 445 folg., hauptsächlich S. 450, 458 bis 460, 468. R.

***) Diese Ströme waren regelmäsig einer von dem andern ungefähr 4 — 5 Linien entfernt. R.

ner, dann allein noch übrige Strom war nach der Spitze des Zinkdrahts gerichtet, erreichte sie aber nicht, sondern stieg in der Entfernung einer Linie vor ihr in die Höhe. Der Zinkdraht gab während des allen weder von Gas noch von Oxyd eine Spur. Die Gasentwicklung war um sehr vieles schwächer, als die, welche Golddrähte in destillirtem Wasser darbieten; als ich aber 8 Tropfen destillirtes Wasser zu dem im Cylinder enthaltenen Alkohol tröpfelte, stieg die Gasentbindung augenblicklich bis vielleicht zum Sechsfachen ihrer vorigen Größe.

3. Ich verband die Schenkel der Batterie des vorigen Versuchs, sowohl an ihren obern als untern Polen, durch zwei sich völlig gleiche, mit reinem Alkohol gefüllte Gasröhren. In der obern befanden sich Drähte vom feinsten Silber, in der untern vom reinsten Golde; und ihre Spitzen waren in beiden $\frac{3}{4}$ Zoll von einander entfernt. Bald, (2 Minuten,) nach Schließung der Kette fing der Hydrogendraht der untern Röhre an, Gas, wie in 2, zu geben. Der obere schwieg noch immer. Erst nach 4 Minuten begann sein Oxygendraht sich an der Spitze zu schwärzen; vom Hydrogendrahte stiegen nur selten einzelne Bläschen auf. So ließ ich den Apparat 9 volle Tage ruhig stehen, indess ich nur von Zeit zu Zeit die Spitzen der Drähte, zuletzt bis auf $\frac{1}{4}$ Linie, einander näherte. Diese ganze Zeit hindurch dauerte der Prozeß ununterbrochen fort. Ich bemerkte während desselben: a. dafs von dem

Oxygendrähte der untern Röhre auch nicht ein Gasbläschen aufstieg; Indefs sich am Hydrogendrahte ununterbrochen Gas entwickelte; β . dafs an dem Hydrogendrahte des obern nur äusserst selten sich einige Gasbläschen zeigten; wogegen die Spitze des Oxygendrahts sich hier, ohne eine Spur von Gas zu geben, schon zwei Stunden nach Schliessung der Kette so stark mit Oxyd bedeckt hatte, dafs der Weingeist sich hiervon dunkelbraun färbte.

7. Alles dieses dauerte bis am 9ten Tage fort, an welchem die Batterie gänzlich erschöpft zu seyn schien. 2. Auf dem Boden der untern Röhre fand ich einzelne schwarze Stäubchen, übrigen aber den Alkohol völlig rein und gefärbt. Er war fast zur Hälfte verzehrt, und statt seiner fand sich im obern Theile der Röhre eine sehr grosse Gasblase, die sich am Lichte mit einer blauen Flamme, ohne alles Geräusch entzündete. Der Hydrogendraht war völlig rein, der Oxygendraht aber an der Spitze ungefähr 1 Linie weit schwarz angelaufen. 3. Der Weingeist des obern Cylinders war beinahe undurchsichtig und schwarzbraun, fast schwarz von Farbe. Es hatte sich nur wenig davon verzehrt, und die erzeugte Gasblase war bestimmt zehnmahl kleiner, als die des untern Cylinders. Es gelang mir nicht, sie an der Flamme anzuzünden. Der Hydrogendraht war rein und metallisch glänzend, der Oxygendraht hingegen fast ganz, (vorzüglich stark am vordern Ende,) mit schwarzem kohlenstaub-ähnlichen Oxyd überzogen, welches sich in Säulen, die von vorn

nach hinten zurückgebogen waren, um ihn hier und gesammelt hatte; auch fand sich dieses Oxyd in nicht unbedeutender Menge, doch in minder regelmäßigen Gestalten unter diesem Drahte, auf dem Boden des Gefäßes. §. War die Wirksamkeit der Batterie noch nicht zu tief gesunken, so empfand ich jedes Mal einen, wiewohl schwachen Schlag, wenn ich, während die Kette durch die Röhren mit Alkohol geschlossen blieb, zwei ungleichnähmige Pole mit kochsalzsauren Fingern berührte. Doch dauerte auch während dieser zweiten Schließung der Prozeß an den Drähten ununterbrochen fort.

4. Die Batterie $SH + 20 (SZH) + S$ wurde in möglichster Eil errichtet. H war Pappe mit reinem Alkohol auf beiden Seiten reichlich befeuchtet; an beiden Endpolen befanden sich große Platten. Ich schloß mit nassem Finger und Zunge, ohne den geringsten Erfolg; und in dem höchst reizbaren Schenkel eines so eben getödteten Frosches, mit dem beide Pole verbunden wurden, war keine Spur von Zuckung zu entdecken; obgleich homogene Armaturen in ihm Zuckungen hervorzubringen vermochten. Nach 10 Minuten fand sich zwar etwas Thätigkeit in dieser Säule ein, so daß sie Bewegungen im Schenkel hervorbrachte; doch waren diese minder lebhaft, als sie die einfache Kette: *Nerve, Messing, Kupfer, Muskel*, erzeugte, und Geschmack ließ sich auch jetzt nicht, so wenig als späterhin entdecken. Besonders merkwürdig war aber diese Batterie wegen der so verschiedenen Thätigkeit ihrer

Pole, indem sich ihr Hydrogenpol fast allein und in solchen Maaße wirksam zeigte, daß man, im Vergleiche mit ihm, die Action des Zinkpols füglich = o setzen konnte. Hier der Beweiss. Ich ließ den Schenkel eines Froisches einige Minuten auf der Endplatte des Hydrogenpols ruhn, er zuckte nun, (was vorher nie der Fall gewesen war,) so oft ich ihn mit der Hand aufzuheben versuchte und so den Contact trennte. Wurde er aufgehoben und frei in der Hand gehalten, so erfolgten Zuckungen, so oft mit ihm die Hydrogenplatte berührt wurde;*) bei nachmahliger Trennung erschienen die Zuckungen in noch höherm Grade, selbst bei homogenen Armaturen, Convulsionen ähnlich.***) Ich brachte

*) Bemerkenswerth ist es, daß bei diesem Versuche die Reizbarkeit des Muskels weit mehr, als die des Nerven erhöht wurde. Die Zuckung war nämlich heftiger, wenn die Muskeln, als wenn der Nerve diesen Pol berührte. Ist dieses am Hydrogenpole immer der Fall? R.

**) Diesen Versuch kann man zu denen ohne Kette, (oben, S. 302.) zählen. Sie gelingen an den Polen nur einigermaßen beträchtlicher Batterien sehr gut; man bekommt dann am Hydrogenpole bei der Trennung, am Oxygenpole bei der Schließung, die stärkere Zuckung. Eben so lassen sich die Atmosphären, (Dampfleitung,) frischer thierischer Organe, (von Humboldt's *Verf.*, B. 1, S. 12, 133—134; meine *Dissert.*; *Specim.* I, p. 69 folg.,) sehr gut an den Endpolen wirksa-

ihn jetzt in seine vorige Lage zurück; nach 6 Minuten Ruhe fing er an freiwillige Zuckungen zu äußern, die anfänglich in längern, nachher in kürzern Intervallen periodisch wiederkehrten und an Lebhaftigkeit zunahmen. — Nichts von diesem allen erfolgte, wenn ich diesen oder einen andern, noch keinem Versuche unterworfenen Schenkel an den Zinkpol brachte; dieser Pol schien auf die Reizbarkeit des Schenkels nicht den geringsten Einfluß zu haben, und überhaupt völlig kraftlos zu seyn. *) Selbst bei der größten Nähe der Drähte in einem Gasapparate gab die Batterie keine Spur einer Gasentwicklung, und nach $1\frac{1}{2}$ Stunden hatte sie alle Thätigkeit, auch am Hydrogenpole verloren. Ich nahm sie nach 24 Stunden aus einander, fand aber

mer Batterien zeigen. Man bemerkt Oscillationen des an dem einen Pole hängenden Froschschenkels, so bald sich ihm der andere bis zu einer gewissen Entfernung genähert hat. Wird diese überschritten, so gehen sie in wirkliche Zuckungen über. R.

*) Dies war nicht der Fall, als ich eine gleiche Batterie mit Weingeist, welcher $\frac{1}{3}$ Wasser enthält, aufbaute. Ihr Oxygenpol deprimirte allerdings die Reizbarkeit thierischer Organe. Sie war im Ganzen wirksamer, als die erstere, wirkte jedoch nur wenig auf die Zunge, und blieb nur 3 Stunden thätig. Ihre Metallplatten zeigten etwas Oxyd, wiewohl in äußerst unbedeutender Menge. R.

weder an den Metallen die geringste Spur einer Oxydation, noch an den Pappscheiben *) die mindeste Veränderung.

So hatten nun diese Versuche, (1 — 4,) es erwiesen, daß *höchst reiner Alkohol* allen den Forderungen entspreche, welche wir S. 323 an dem Körper, der zur Verbindung der einzelnen Glieder unsrer Batterie bestimmt ist, zu machen berechtigt waren. Das, was ich suchte, war demnach gefunden, und ich konnte nun zu folgenden Versuchen schreiten:

5. 15 Schichten SHZ **) wurden auf einer völlig trocknen Glastafel neben einander gelegt, so daß die erste mit S, die zweite mit Z, die dritte wieder mit S, die vierte mit Z u. s. w. darauf ruhte. Zoll-lange mit reinem Alkohol getränkte Stückchen Schwamm verbanden das S der ersten mit dem Z der andern, das S dieser mit dem Z der dritten Kette u. s. w., um so, wenn A den mit Alkohol gesättigten Schwamm bedeutet, die Batterie 14 (SHZA) + SHZ zu bilden, welche nur dadurch von jeder andern aus SHZ zusammengesetzten verschieden ist, daß sich ihre einzelnen Glieder, wie bei dem

*) Daß man zu diesen Versuchen jedes Mal neue Pappe nehmen müsse, versteht sich von selbst.

**) H war hier, wie immer, wo es nicht besonders erwähnt ist, mit Kochsalz-Auflösung befeuchtete Pappe.

Voltaischen Becherapparate, auf einer horizontalen Fläche neben einander befinden, und daß die leitende Verbindung zwischen diesen Gliedern durch Alkohol vermittelt wurde, nicht durch die Metalle selbst. *) Sie mußte daher, wenn in SHZ Action $= y$ vorhanden war, als Aggregat solcher Ketten, wenigstens mit einer Kraft $= 15 y$ wirken. Wenn daher ein Froschschenkel, der schon bei dem Anbringen homogener Armaturen, (also in einer in sehr niedrigem Grade wirkenden Kette, **) in Zu-

*) Um reine Resultate zu erhalten, rathe ich, bei diesen Versuchen so schnell und reinlich als nur immer möglich, zu experimentiren. Man verbindet dadurch das Verdunsten des Alkohols, das Anziehen von Sauerstoff aus der Atmosphäre, und die so schädliche Ableitung, welche bei dem Feuchtwerden der Glastafel so leicht entsteht.

**) Diese Ketten müssen zu der Klasse derjenigen gehören, welche aus einem Metalle und zwei heterogenen feuchten Leitern gebildet werden. Ich erinnere hierbei an das bereits oben, (S. 304. Note,) erwähnte, so wie an den bekannten Streit über Homogeneität der Metalle in galvanischer Hinsicht, (z. B. in Gren's *n. Journ. der Physik*, B. 2, S. 141 folg.) — Der von Gruner außer der Batterie bemerkte krySTALLINISCHE Niederschlag des salpetersauren Silbers auf homogene Silbernadeln, (*Annal. d. Phys.*, B. 8, S. 222 folg., 492; Voigt's *Magazin*, B. 3, S. 339 folg.,) kann für eine galvanische Action ohne Contact der Metalle für jetzt wohl schwerlich entscheiden, da wir es

ekungen geräth, in dieser Batterie unempfindlich bleiben sollte; so müßte, da in ihr sich 15 γ un-

noch nicht mit Gewißheit zu bestimmen vermögen, ob und in wie fern diese Erscheinung ins Gebiet des Galvanismus gehört. Denn, gesetzt auch, sie wäre in der unwirksamen Formel SH nicht enthalten, und träte so zu der Zahl galvanischer Phänomene über; gesetzt, es sey durch dielnicht völlig reinen Korke, durch die Säure oder das in der Auflösung enthaltne, vielleicht nicht ganz reine Silber die Möglichkeit zur Gegenwart der activen Kette $H M h$, oder der ihr verwandten $M m H$ gegeben; so sind wir doch noch immer nicht im Stande, Einheit in den Versuch zu bringen, und die an den Spitzen der Nadeln bemerkte Polarität, (*Annalen*, VIII, S. 223, 491,) zu erklären. Wir würden durch diese Annahme nämlich eher berechtigt werden, an jeder Nadel einen besondern, dem an der andern zwar gleichen, doch von ihm unabhängigen galvanischen Prozeß zu vermuthen, wofür noch die Erscheinung sprechen würde, daß an ihnen beiden, also an beiden Polen, sich Silberkrystalle zeigen. Und doch schweigt der Erfolg, so bald nur ein Draht sich vorfindet; er schweigt aber auch, was bei absoluter Nothwendigkeit zweier Nadeln nicht seyn sollte, wenn eine derselben mit einer heterogenen, einer goldnen, vertauscht wird, (a. a. O., S. 224.) Da Mangel an Zeit mich bis jetzt abhielt, den Versuch selbst zu wiederholen, so wird Herr Gruner mir die Frage erlauben, und gewiß befriedigend beantworten: Waren die Silbernadeln wirklich völlig rein, waren sie nicht

wirksam, und $\equiv o$ zeigte, gewiss auch $y \equiv o$ seyn. Mit dieser Ueberzeugung schloß ich die Kette mittelst eines solchen Schenkels, und erhielt in der That auch nicht die leiseste Spur von Zuckungen. Ich schloß durch Zunge und angefeuchtete Hand, aber es war nicht der mindeste Geschmack zu entdecken.*) Dieselben Resultate gaben Kupfer-Zink-Batte-

vorher mit der Batterie verbunden, und als Oxygen- und Hydrogendraht bei einer Gasentwicklung wirksam gewesen? Dafs dieses leicht eine sehr bemerkbare Heterogenität in ihnen hervorbringen, einen chemischen Prozeß einleiten könne, habe ich oft erfahren. So z. B. glaube ich die von diesem Gelehrten zuerst beschriebenen Dendriten des Hydrogendrahts, (a. a. O., S. 218 folg.) vorzüglich dann bemerkt zu haben, wenn ich einen kurz vorher als Oxygendraht thätigen, nicht völlig von seinem Oxyd gereinigten Stab mit dem Hydrogenpole der Batterie verband. Auch kommen sie am Oxygendrahte vor, wenn er vorher am Hydrogenpole wirksam war; sie fehlen dann selten, wenn sich die Endpole in vertikaler Linie, (bei einer vertikalen Batterie,) befinden, und die Drähte nicht zu weit von einander entfernt sind. R.

*) Man muß, wenn man nicht unmittelbar mit der Hand, sondern mit einem in ihr gehaltenen Metallstabe schließt, diesen der zu berührenden Metallplatte homogen wählen. Denn bringt man z. B. die Zunge an den Oxygenpol, und berührt die silberne Platte des Hydrogenpols mit einem Stücke Silber, so schmeckt man nichts; schließt man

Batterien, so wie Eisen-Zink-Batterien von 15 bis 25 Lagen; auch änderte es nichts, ich mochte die Pappen, (*H*.) mit destillirtem Wasser, oder mit Kali-, mit Kochsalz-, mit Salpeter-, oder mit Salmiakauflösung *) befeuchten. Dafs dasselbe der Fall war, wenn ich die Batterie 19 (*SHZA*) + *SHZ* auf dem gewöhnlichen Gestelle vertikal errichtete, bedarf wohl keiner Erwähnung. Ich hatte diesen Versuch bis jetzt verschoben, weil bei ihm die Verbindung durch Alkohol nicht so schnell zu bewerkstelligen war, und ich den Druck der obern Platte auf die untern Pappen- und Schwammstücke zu vermeiden wünschte, welcher nicht sowohl bei dieser als andern Batterieformen, (6, 7, 8,) von nachtheiliger, die Reinheit des Resultats störender Wirkung seyn konnte.

6. 15 Lagen *SZH* wurden auf derselben Glas-
tafel, auf gleiche Weise, mittelst reines Alkohols

man aber auf die entgegengesetzte Art, d. h. mit Zunge am Silberpole, mit Silber am Zinkpole, so empfindet man sogleich Geschmack, denn es berühren sich dann heterogene Metalle, *S* und *Z*.

R.

*) Reiner liquider Salmiak gab mir immer die stärkste Wirkung; weshalb in Silber-Zink-Batterien, deren Pappe damit befeuchtet war, und deren Pole eine mit Wasser gefüllte und mit reinen Silberdrähten versehne Glasröhre verband, am Oxygendrahte ein hellgraues schuppiges Oxyd entstand, das bei *H* = kochsalznasser Pappe weit dunkler, fast schwarz war.

R.

zur horizontalen Batterie, 14 (SZHA) + SZH verbunden. Die Vereinigung beider Pole durch Zunge und feuchten Finger gab Geschmack, mit schwacher, doch deutlich zu fühlender Erschütterung; und zwar erhielt man an dem Zinkpole oder dem letzten auf Z liegenden H, (worauf ich, um nicht durch $H = \text{kochsalznasser Pappe}$ gestört zu werden, noch ein Z legte,) constant den sauren, und an dem entgegengesetzten Pole den alkalischen Geschmack. Die Kette durch Auge oder einen der Augen-Nerven geschlossen, gab Lichtschein; ein äußerst träger *Froschschenkel* zeigte hier die heftigsten Convulsionen, und wenn man ihn einige Zeit in der geschlossenen Kette liess, die bekannten Stimmungen der Reizbarkeit; es erschienen selbst Gasblasen im Wasser einer Glasröhre, mit der die Pole durch Golddrähte, deren Spitzen $\frac{1}{4}$ Linie weit von einander abstanden, verbunden waren. Auch die vertikale Säule 9 (SZHd) + SZH äusserte galvanische Action in sehr bedeutendem Maasse, indess sich in 20 (SHZ) nicht eine Spur davon fand. Wurde für S Kupfer oder Eisen, für H destillirtes Wasser, Salmiakauflösung u. s. w. gesetzt, so erhielt ich immer active Batterien, die dieses freilich bald in höherem, bald in minderm Grade waren.

7. Ebenso constant, (wiewohl in geringerem Grade,) war der Erfolg, wenn ich 15 Lagen ZSH durch Alkohol, gleich viel, ob zur horizontalen oder zur vertikalen Batterie, 14 (ZSHA) + ZSH verband. Und dasselbe blieb der Fall, wenn ich S

mit andern Metallen, und H mit andern Flüssigkeiten vertauschte; doch schien mir bei $H =$ wässriger Kaliauflösung die Säule am lebhaftesten zu wirken.

8. Es war nun noch übrig, mehrere Lagen $HSZH$ durch Alkohol zur Batterie zu vereinigen. Dieses geschah, indem ich $14 (HSZHA) + HSZH$ bald in horizontaler, bald in vertikaler Richtung construirte. *) Die Action, welche ich hier erhielt, war bei weitem die stärkste, indem sie selbst die in Vers. 6 um vieles übertraf. **) Sie gab z. B. Schläge, wenn man mit beiden Händen schloß, und entwickelte Gas in bedeutender Menge, selbst wenn die Drähte 4 bis 6 Linien von einander entfernt waren. Nahm ich statt S andere Metalle, oder für H andere Flüssigkeiten, so bemerkte ich allerdings, daß dieses den Grad der Action zu stimmen vermochte. Legte ich an S Pappe mit Kaliauflösung befeuchtet, ($= h$), indess die an Z befindliche Pappe, ($= H$), mit Salzwasser gesättigt war, so fand ich doch in dieser Batterie: $14 (hSZHA) + hSZA$, die Wirkung nicht stärker, als sie es in der vorigen war.

*) Diese Batterie gleicht in der ersten Form dem Volta'schen Becherapparate und der Cruickshankschen Trogbatterie; in der zweiten, einer auf die gewöhnliche Art errichteten Säule. R.

**) Und diese war doch bestimmt weit stärker, als die der einfachen Kette; welches zum Beweise dient, daß sie nicht bloß von einem der Endglieder $HSZH$ herrührte. R.

Diese möglichst einfachen Versuche, (5 bis 8,) sind es; welche wir, wie ich glaube, bei dem jetzigen Stande der Physik und Chemie, als *für diesen Fall* entscheidend, anzunehmen berechtigt sind. Ich weifs es recht gut, wie viel ihnen, einzeln genommen, abgeht, um jeder strengen Forderung zu entsprechen und volle Evidenz zu gewähren; doch hoffe ich, wird ihnen vereint gelingen, wozu sie einzeln nicht ausreichen. Sie werden willig zurücktreten, wenn die Wissenschaft der Natur, deren Morgenröthe schon zu dämmern beginnt, uns überzeugender Sprechende und eine beruhigendere Gewissheit gewährende aufstellt. Doch bis diese goldenen Zeiten, die wir ahnden, wirklich eintreten, müssen wir mit regem Eifer, was die Natur uns anvertraut, benutzen, ohne den wahren Weg zu verlassen, der zu ihren Geheimnissen führen kann. Es sey mir daher erlaubt, hier noch einige Versuche beizufügen, die zwar minder einfach, und mithin weniger überzeugend als die erstern sind, jedoch recht wohl zur Bestätigung dieser dienen.

9. Da die Batterie x (SHZ) bei jeder beliebigen, leitenden Vereinigung ihrer Glieder, so lange nicht diese Form selbst dadurch geändert wird, stets unwirksam bleibt, so durfte ich in *a*, S. 323, für *L* gewässerten statt des reinen Alkohols, und eben so statt dessen Wasser oder eine beliebige Salzauflösung wählen. Nie fand ich in allen diesen Fällen Action.*)

*) Doch darf nicht jede Flüssigkeit in einer aus be-

Selbst Metall konnte neben L = feuchtem Leiter in diese Verbindung treten; der Erfolg blieb, wie vorher, aus, so lange man den Contact heterogener Metalle vermied. *) Wir sind daher berechtigt, wenn L

stimmten Metallen zusammengesetzten Batterie diese Vereinigung vermitteln, = L seyn, weil es, wie wir schon oben, (S. 321, Anm.,) bemerkten, Fälle geben kann, wo HML oder HmL durch zweckmäßige Schließung activ wird, und nun der Säule, als Aggregat von MHm , Action beigemessen werden würde, die doch eigentlich aus einer der vorigen Ketten entspringt. *R.*

- *) Dafs jedoch auch homogene Metalle allein im Stande sind, active Batterien zu liefern, beweisen folgende Versuche, die hiermit zugleich das *Welfsche Galvanisiren der Metalle*, (Gren's *n. Journ. der Physik*, B. 3, S. 441 folg.,) so wie Volta's Behauptung bestätigen, dafs in Hinsicht auf Galvanismus nur in den seltensten Fällen ein Stück Metall dem andern völlig homogen, d. h. in allen Eigenschaften gleich ist, (meine *Disfert., Spec. I*, p. 37 folg.) *a.* Ich schichtete 40 Stück gereinigte Zinkplatten paarweise mit kochsalznasser Pappe zur Batterie über einander: sie gab Geschmack, Blitz und Zuckung; kein Gas. — *b.* Waren und blieben die Zinkplatten bei ihrer paarweisen Zusammensetzung homogen, und wirkte hier nicht etwa Friction u. dergl., so mußte auch jede einzelne Zinkplatte, mit Pappe in Berührung gesetzt, das leisten, was wir bei zwei aufeinander liegenden entstehen sehen, und 40 (ZH) + Z eine noch einmahl so starke Action äußern, als sich in

einen feuchten Leiter, M ein beliebiges Metall bedeutet, jeder unter der Form

$$x (SHZLML) + SHZ$$

20 (ZZH) + Z vorfand. Allein dieses war nie der Fall; jene Säule blieb unveränderlich ohne Action. — c. Die Batterie 40 (SZH) + S setzte ich so schnell als möglich zusammen, nahm sie aber, nachdem ihre Pole 5 Minuten verbunden gewesen, wieder eben so geschwind aus einander. Die Zinkplatten wurden leise abgewischt und zur Säule 20 (ZZH) + Z zusammengeschiedet. Nennt man Silberfläche die Fläche der Zinkplatten, welche vorher an S, und Pappenfläche die, welche an H lag, so war die Norm dieser Batterie folgende: das unterste Z lag mit seiner Silberfläche an einer reinen, noch in keiner Batterie gewesenen Platte desselben Metalls; dann folgte H, dann wieder ein dem erstern gleiches Z, auf dieses ein zweites reines Z, u. s. w. Sie war, ob sich gleich noch einiges Oxyd an den Platten befand, wirksamer als die Batterie in a; ihr Hydrogenpol fand sich an den galvanisirten, ihr Oxygenpol auf der Seite der reinen Zinkplatten. — d. War die Pappenfläche der Zinkscheiben von ihrer Silberfläche bedeutend verschieden, und wirkte diese silberartig, indess jene zinkartig blieb, so mußte auch bei gleicher Richtung der Plattenpaare 20 (ZH) + Z activ seyn; was ich aber nicht fand, als ich die übrigen zu der homogenen Batterie c nicht gebrauchten Zinkscheiben der Silber-Zink-Batterie nach dieser Norm über einander setzte. Dasselbe bekräftigte

enthaltene Batterie galvanische Action, unter denen S. 322, Anm., bemerkten Einschränkungen, abzusprechen. Setzen Sie $M = Z$, und entfernen das erste L jedes Gliedes, so bleibt die Säule unwirksam; *) nehmen Sie aber statt dieses L das zweite L fort, welches allein den Contact heterogener Metalle hindert, so wird diese Batterie sogleich wieder activ. Setzen Sie $M = S$, so findet das Gegentheil statt. Lassen Sie beide L weg, so bleibt, gleich viel ob $M = S$ oder $= Z$ ist, das Ganze activ. Auf diese Art läßt sich in allen oder in einzelnen Gliedern Action hervorbringen, und so die Batterie bald mit voller, bald mit geschwächerter Kraft in Wirkung setzen.

10. Die Batterien $a = x(SZH)$, $b = x(ZSH)$, und $c = x(HSZH)$ werden sich bald mehr, bald weniger wirksam zeigen, je nachdem man die einzelnen Glieder durch einen bessern oder schlechtern Leiter verbindet. Sie werden daher, wenn man dazu $L =$ reinem Alkohol nimmt, weniger wirk-

auch die einfache Kette, da Zuckungen, welche in: Nerve Silberfläche, Silberfläche Muskel, nie erschienen, sogleich bemerkbar wurden, wenn man ein reines Z an den Nerven schob. Die Silberfläche zeigte sich als Muskel-Armatur vorzüglich wirksam. R.

*) Dafs es jedoch möglich wäre, in einer aus sehr vielen Lagen bestehenden Batterie auf diese Art einige Action zu erhalten, lehrt der Versuch a , S. 341, Anm. R.

sam seyn, als wenn $L = \text{Wasser}$, und auch hier weniger, als wenn $L = \text{Salzauflösung}$ gesetzt wird. *) Auch kann Metall in diese leitende Verbindung eintreten; **) die Action wird dadurch, selbst bei einem größern Umfange des Metalls, nie in bedeutendem Grade geschwächt. ***) Auch hier können wir den Grad der Action, wie in 9, nach Willkühr ändern. ****) Die Batterie sey

$$x (SZHML) + SZ.$$

Sie bleibt gleich activ, M werde $= S$ oder $= Z$ gesetzt. Ich entferne nun bei $M = Z$, L gänzlich;

*) Dieser vorzüglichen Leitung verdankte die durch $x (HSZH)$ dargestellte Batterie, (S. 339, 2,) gewiss nur den kleinsten Theil ihrer so vorzüglichen Wirkksamkeit. R.

**) Es versteht sich, unter den oben angeführten Bedingungen. R.

***) Dafs die Batterie $KH + x (KZH) + K$ stärker wirkt, als eine in der Form: $K + x (HKZHM)$ errichtete, weifs ich aus vielfältiger Erfahrung. Dafs dieses jedoch nicht der durch das Metall geschwächten Leitung beizumessen sey, läfst sich aus dem, was S. 350 folg. bemerkt wird, schliessen. Dafs bei vertikalen Batterien sich in $x (SZHMA) + SZ$ schwächere Action, als in $x (SZHA) + SZ$ findet, glaube ich zum Theil daher leiten zu müssen, dafs bei dieser Construction, wegen des Drucks der Säule, A einen Theil von der in H befindlichen Feuchtigkeit in sich aufnimmt, wodurch sich die letztere Batterie $x (SZH) + SZ$ mehr oder weniger nähert. R.

****) Hauptsächlich in den folg. Formen a und b. R.

die Action der Säule ist dadurch, (da in den Gliedern $HZSZH$ nichts bemerkbar werden kann,) so tief gesunken, daß sie nur der gleicht, welche die Endglieder darbieten.

Um Ihre Geduld nicht zu ermüden, übergehe ich mehrere diesen ähnliche Versuche. Ein jeder wird sie ohne Schwierigkeit anstellen und mit jedes Mal voraussetzendem Erfolge abändern können. Ich füge daher nur noch einen einzigen Versuch dieser Art bei.

11. Drei Batterien,

die erste $a = x(SZHML) + SZ$, mit Action $= y$,
die zweite $b = x(HSZHMLM) + HSZH$, mit
Action $= y + z$,

die dritte $c = x(SHZL) + SHZ$, mit Action $= 0$,
wurden in allen möglichen Combinationen durch Leiter verbunden. Hier fand sich; daß $a + b$ mit $2y + z$ wirkte; $a + c$ mit y , und $b + c$ mit $y + z$; ferner $a + b + c$ mit $2y + z$; endlich $b - a$ mit z . Es verhielt sich nämlich c in jeder Verbindung als einfacher Leiter, ohne die Action zu vermindern oder zu erhöhen. Die Oxydation der Metalle fand ich, als ich die drei Batterien aus einander nahm, bei weitem nicht im Verhältnisse ihrer galvanischen Thätigkeit verschieden. Doch war in der That in b die stärkste, in a die schwächere, in c die schwächste Oxydation vorhanden. War $L =$ reinem Alkohol, so fand sich an den Metallen, da, wo sie mit ihm in Berührung gewesen, nie eine Spur von Oxyd.

So habe ich Ihnen, was ich beobachtete, tren und aufrichtig erzählt, unbesorgt; ob spätere Bemerkungen die frühern bestätigen oder nicht, und ob sie mit dieser oder jener Meinung vereinbar seyn, oder ihr widersprechen würden. Ich blicke noch einmahl zurück, und freue mich, Harmonie in der Aussage sämtlicher Versuche zu finden. Sie lehren uns: *dass in Batterien, die aus zwei heterogenen Metallen M , m , und einer Flüssigkeit H , in der Form $MH + x (MmH) + m$ gebildet werden, allein $HMmH$ für die Grundkette derselben zu nehmen sey*, indem ohne Contact der beiden Metalle gar keine galvanische Action vorhanden ist, und diese Action ohne den an beiden Metallen befindlichen feuchten Leiter nicht bemerkbar, wahrscheinlich auch nicht in so hohem Grade thätig ist. Nun aber finden wir in dieser Kette $HMmH$ stets den Oxygenpol auf der Zinkseite, und den Hydrogenpol auf der Silberseite, und ein Grund, warum dieses im Vielfachen dieser Kette, in der nach obiger Form errichteten Batterie, anders seyn sollte, liefs sich auf keine Art absehn. Daher bleibt es unabänderlich festgesetzt: *dass sich der Hydrogenpol am Silber, (als dem schwerer oxydirbaren,) der Oxygenpol am Zink, (als dem oxydirbarerern Metalle,) befindet, und dass mithin Hydrogen- und Silberpol, so wie Oxygen- und Zinkpol als Synonyme gebraucht werden müssen.*

Wie wird sich aber mit diesem allen die Erfahrung vereinigen lassen, dass sich an der den Ritter-

sehen Batterien zur Unterlage dienenden Silber- oder Kupferplatte eine starke Oxydation findet, die man am Hydrogen-, als desoxygenirenden Pole, am wenigsten in diesem Grade vermuthen durfte, und die Sie deshalb, als vom Oxygenpole übergeleitet, erklärten, *) und Böckmann **) und Gruner ***) anführten, um sie für x (SHZ) als Grundform zeugen zu lassen. Auch ich hatte bei dem vertrauten Umgange mit diesen Batterien dasselbe bemerkt, ohne jedoch zu ähnlichen Folgerungen dadurch bestimmt zu werden. Ich glaubte im Gegentheile, durch sie meine Vermuthung, *dass die Electricität der Batterie hauptsächlich durch Vertheilung wirke*, bestätigt zu finden; eine Idee, die zuerst in mir entstand, als ich die an jeden Pol einer geschlossnen Batterie unabänderlich gefesselte, unausgesetzt fortdauernde und unwiderruflich bestimmte Gasentwicklung betrachtete; als ich sah, dass sie, zu mehrern Wasserschichten übergeleitet, immer dasselbe Schema der Polarität beibehielt; ****) dass die so charakteristische, durch die Pole bestimmte Verschiedenheit der Empfindung und ihre Fortdauer, für ein gleiches in der organischen Schöpfung

*) *Annalen der Physik*, B. 8, S. 216 folg., Note **.

R.

**) A. a. O., S. 140.

R.

***) A. a. O., S. 216.

R.

****) Man sehe z. B. die Ritterschen Versuche in Voigt's Magazin, B. 2, S. 386 folg.

R.

sprach, *) und daß sich nirgends etwas vorfand, was die Vereinigung eines $+$ und $-$ hätte andeuten können. **) Doch hier konnte Wahrscheinlichkeit nicht genügen; es kam auf Gewißheit an, und woher diese nehmen? Von der Quelle derselben, von der Natur selbst. Hier, was sie mich lehrte.

12. Die Silber-Zink-Batterie 3g (SZH) + SZ wurde, in zwei gleiche Schenkel a , b getheilt, auf dem Batteriegestelle errichtet, $a = 20$ (SZH) und $b = 20$ (ZSH), und sowohl das untere S von a mit dem untern Z von b , als auch das auf dem obern Pole beider Schenkel liegende H durch Glasröhren mit feinen Silberdrähten verbunden. Die Gasentwicklung ging in beiden Röhren nach dem bekannten Gesetze vor sich. Die an S und Z liegenden Drähte zeigten keine Spur von Oxydation. An den obern auf H, (= salznasser Pappe,) aufliegenden Drähten bemerkte ich Folgendes: Der Draht, der auf dem den Schenkel a schließenden, den Oxygenpol repräsentirenden H lag, zeigte sich, so weit er sich auf H und überhaupt außer dem Wasser der Röhre

*) S. Ritter a. a. O., S. 361 folg., 561 folg. R.

**) Das Agens der Batterie = Electricität zu setzen, und von dem Phänomen der Oxygenation und Hydrogenation auf gleiche Grade der positiven und negativen Electricität zu schließen, dazu berechnen uns die durch Ritter aufgestellten Thatfachen. (*Annalen der Physik*, B. 8, S. 209 folg., 386 folg. — *Voigt's Magazin*, B. 3, S. 495 folg. — *Annalen der Physik*, B. 9, S. 1 folg.) R.

befand, ohne die mindeste Spur von Oxyd. Erst da, wo er in dieses Wasser trat, konnte man einen schwarzen ungefähr eine Linie breiten Streifen bemerken; hinter diesem erschien er wieder in vollem metallischen Glanze, bis er von seiner Spitze aus aufs neue sich zu schwärzen begann. *) Dagegen war der Hydrogendraht, so weit er sich auf *b*, (auf dem *H* des Silberpols,) befand, schwarz oxydirt, von da aber metallisch-rein; nur ein einziges Streifchen Oxyd (?) glaubte ich unweit seines Eintritts in das Wasser der Röhre zu bemerken; von seiner Spitze erhob sich das Wasserstoffgas in gewöhnlicher Menge. — Verbindet man beide Schenkel statt durch einen Gasapparat durch einen Silberdraht, so erhält man gleiche Resultate, nur dafs, wie natürlich, die Gasentwicklung fehlen mufs, und sich ausser der auf *H* des Schenkels *b* gelegenen Stelle kein Oxyd findet. Ein gleiches geschieht, wenn *H* Papppe mit destillirtem Wasser, Salmiak- oder Kaliauflösung oder mit einer andern leitenden Flüssigkeit getränkt ist. Verbindet man durch ein leicht oxydirbares Metall, z. B. durch Zink, so ist der Erfolg weniger deutlich, da dieses sich überall oxydirt,

*) Man weifs, dafs bei wirkfamen Batterien der ganze in Wasser befindliche Theil dieses Drahtes sich mit Oxyd überzieht. Geschieht dieses, weil wegen der durch das Oxyd unterbrochenen Leitung die Sphären dieser Vertheilung den Ort verändern und sich einander nähern? R.

wo es die Flüssigkeit berührt. Dafs man statt der Stäbe auch Platten, die man durch diese verbindet, wählen kann, glaube ich nicht erst erinnern zu dürfen. *)

13. Errichten Sie von Silber und Zink oder zwei diesen ähnlichen Metallen eine Batterie, und lassen Sie ein beliebiges, am besten, ein schwer oxydirbares, Metall die Verbindung zwischen den einzelnen Gliedern vermitteln, so dafs daraus die Form $x (HSZHM) + HSZH$ entsteht. Sie werden jedes M allein oder doch in ungleich höherm Grade an der Fläche oxydirt finden, welche nach S oder nach dem diesem gleichen Metalle gekehrt ist.

14. Verbinden sie die beiden ungleichnamigen Pole einer activen zweischenkligen Batterie durch 3 bis 4 Zoll lange Stäbe eines leicht oxydirbaren Metalls, z. B. Zink, die genau auf einer horizontalen Glastafel aufliegen und an die Endplatten geschoben sind, mit einem gleichfalls genau an der Glastafel anliegenden frischen thierischen Organe, am besten mit einem noch lebhaft schlagenden Froschherzen, **) und lassen Sie die Kette so einige

*) Hierher gehören die schönen von Erman angestellten Versuche, in den *Annalen der Physik*, B. 8, S. 206 folg. R.

**) Es gelang mir, wenn die Batterie nicht zu stark war, am besten mit Kupfer-Zinn-Batterien, die Aurikel am Hydrogenpole $1\frac{1}{2}$ Stunde länger pul-

Zeit, (15 bis 20 Minuten,) lang geschlossen. Sie werden nun auf der Glastafel unter dem Oxygenstabe einen aus parallelen Längenfaseru bestehenden, gleichsam lymphatischen Streifen finden; er fängt von dem Organe an, und erstreckt sich von da an dem Stabe hinauf; seine Länge ist fast der Hälfte des Stabes, (hier allein ist dieser oxydirt,) seine Breite der ganzen Breite des Stabes gleich. An dem Hydrogenstabe zeigt sich ein weit kürzerer, doch breiterer Streifen, ohne Oxyd. Beide sind wie auf das Glas geleimt. Bringen Sie nun ein zweites, jenem gleiches Organ in die Kette, welches Sie durch einen gleichen Metallstab mit dem erstern verbinden, und Sie erhalten, wenn Sie das erstere *a*, das zweite *b* nennen, in der Kette: Hydrogenpol *ZaZbZ* Oxygenpol, an *a* nach dem Hydrogenpole zu den kleinern Streifen; an dem *a* auf der andern Seite berührenden *Z* den längern Streifen, der von diesem Stabe die Hälfte seiner Länge oxydirt; von da, bis nahe an *b* zeigt sich nichts; das am Oxygenpole befindliche *Z* zeigt wieder den längern Streifen und ist bis zur Hälfte oxydirt.

sirend zu erhalten, als es bei der am Oxygenpole geschah. An dieser fand sich, da, wo der Stab anlag, eine wahre *membrana spuria*; an jener eine weißgelbe, einer Excreſcenz ähnliche Erhöhung. Andere hierbei vorkommende Erscheinungen, z. B. den durch die einzelnen Pole modificirten Tact und die Stärke der Puffationen u. dergl., hoffe ich Ihnen ein andermahl mitzutheilen. R.

Doch, Sie werden mit mir gewiß längst bemerkt haben, daß alle diese Erscheinungen denen völlig gleichen, welche jede durch mehrere Gasapparate fortgeleitete Gasentwicklung darbietet. *) Ich glaube daher ein mehreres nicht hinzufügen zu dürfen, und eile, das Endresultat von dem zu ziehen, was die Batterie auf unsre Frage, (S. 347,) uns hienach antwortete. Es ist folgendes: *Jeder Pol einer activen (geschlossnen) Kette wirkt vertheilend auf die ihn berührende leitende Flüssigkeit.* Er wird, in so fern die Flüssigkeit einer Oxygenation und Hydrogenation fähig ist, als Oxygenpol, da, wo er sie berührt, *Oxygen*, und an dem entgegengesetzten Pole, als Hydrogenpol, *Hydrogen*, das Entgegengesetzte vom Oxygen, geben. Er wird, in so fern dieser Prozeß mit dem electrischen gleich laufend ist, in jenem Falle erst $+E$, dann $-E$; in diesem erst $-E$, dann $+E$ zeigen, höchst wahrscheinlich beides in gleich hohem Grade. **)

Wie

*) Daß ich diesen Versuch hier, wo sein eigentlicher Platz nicht ist, ausführte, geschah, um nicht durch Erzählung desselben den Ideengang noch einmahl zu unterbrechen. Er zeigt, daß der galvanische Prozeß unter gleicher Polarität in der organischen, wie in der unorganischen Natur fortgeleitet wird, und in jedem Pole die Bestimmungsgründe für alle übrige liegen. R.

**) Vergl. Ritter in den *Annalen der Physik*, B. 8, S. 451 folg. R.

Wie fruchtbar dieses für die Batterie und die Erklärung ihrer Wirkungsart seyn müsse, wird folgende Betrachtung lehren. Nehmen Sie einen beliebigen Theil der Batterie, $SH + x (SZH) + S$, oder für jetzt nur die zwei Glieder derselben $HSZHSZH$. In diesen wird hiernach Folgendes vorgehn: Da das untere H , an der an S liegenden Fläche, vermöge der Einwirkung von S Hydrogen giebt, (das wir aus obigen Gründen der Kürze wegen $= -E$ setzen wollen;) so muß es auf der entgegengesetzten Fläche $+E$ geben. Das zweite H wird wegen der Action von Z an seiner Zfläche $+E$, an der entgegengesetzten, der S Fläche, $-E$ haben. Aber auch das zweite S wirkt auf dieses H , es müßte vermöge dieses auf der Sfläche noch einmahl $-E$, auf der entgegengesetzten, (Zfläche,) noch einmahl $+E$ geben; so daß sich nun an dieser $2(+E)$, an jener $2(-E)$ finden. Gerade so enthält jeder Pol einer frühern Kette den homologen Bestimmungsgrund für den mit ihm ungleichnamigen Pol der folgenden Kette, so wird es möglich, daß, vermittelt der Flüssigkeit, immer eine Kette die Kraft der andern verstärken kann; und so können wir uns daher ein Bild von der eigenthümlichen Wirkungsart der Batterie verschaffen. — Leistet aber der feuchte Leiter ausserdem gar nichts? wird er nicht auf andere Art galvanische Action gründen und erhöhen? und wird z. B. der durch die Metalle eingeleitete Oxydations-Prozess nicht wiederum die Fä-

higkeit der Metalle, ihn zu begründen, erhöhen? *) Ich wage es nicht, hierüber zu entscheiden, so wenig als ich mir getraue, zu bestimmen, ob sich in den Metallen der Batterielagen mitgetheilte oder nur vertheilte Electricität vorfindet, **) wiewohl für ersteres Volta's Versuche am Duplicator, die Polarität des feuchten Leiters, und der oben, (S. 340, Anm. c und d,) angeführte Versuch zu sprechen scheinen.

Jede einzelne Kette hilft nicht bloß, auf die hier entwickelte Art, die Action der andern begründen, sondern als Glieder der Batterie liegt ihnen noch eine Pflicht auf, nämlich: die active Schließung ihrer Gefährten als Leiter zu vermitteln; ein Geschäft, welches in Rücksicht jeder einzelnen Kette alle übrigen, die ihr zu beiden Seiten liegen, über sich neh-

*) Sollte wohl die in der Kette *H M h* vorhandene Action für so etwas sprechen? Auch hier bestimmt die Natur der Flüssigkeit den Erfolg.

R.

**) Wird für letzteres der Versuch 14 stimmen? entscheidet Pfaß, (*Annalen*, B. 8, S. 230,) mit Recht dafür? — Daß sich Vertheilung allerdings an den die Pole verbindenden Metallen, wenn sie zugleich Flüssigkeit berühren, zeigt, ist unläugbar; ward sie aber erst von dieser hervorgebracht? Sind sie die Reagentien für die in dieser gegenwärtigen Vertheilung?

R.

men. So gelingt es endlich einer Summe positiver Ketten, durch wechselseitigen Beistand die Batterie, ein Bild der in ewiger Wechselwirkung thätigen Natur, zu schaffen. Sie scheint geheimnißvoll, und — ist es nicht; natürlich, daß sie ihre Antworten nicht jedem unberufenen Frager aufdringt. Ob auch ich zu der Anzahl dieser gehöre, muß ich Ihrer Entscheidung überlassen.

IV.

BEMERKUNGEN

über *Leslie's Brief gegen Herschel,* *)

VON

Herrn Dr. BENZENBERG
in Hamburg.

Der Verfasser dieser Briefe spricht in ihnen eine Art Kraftsprache, die für den Leser nicht angenehm ist, und behandelt seinen Stoff auf eine dieser Sprache angemessene Weise. — Statt auch nur sechs genaue Versuche, die mit den Herschelschen im Widerspruche stünden, anzuführen, giebt er uns in diesen Briefen nur Declamationen und einen *einzigen Versuch*, der, so wie Leslie ihn erzählt, *nicht das geringste beweist*.

Er wirft Herrn Herschel vor, daß seine Versuche *ohne Ueberlegung* unternommen und *ohne Vorsicht* ausgeführt sind. Am Ende des ersten Briefes räth er ihm, Bouguer's Optik und Lambert's Photometrie zu studiren.

Es ist empörend, einen Mann, wie Herschel, der sein langes ruhmvolles Leben der Naturkunde mit einer seltenen Beharrlichkeit gewidmet hat, auf eine solche Weise behandelt zu sehn. „Aber das ist der Gang der Welt,“ (sagt ein deutscher Schriftsteller,) „der größte Kopf kann seine schönsten

*) *Annalen*, B. 10, Jahrg. 1801, St. 1, S. 88.

Erfindungen nicht dem Widerspruche der plattesten Lippe entziehn.“ Wer in dem Grade leidenschaftlich spricht, wie Herr Leslie, dessen Worten kann man keinen grossen Glauben beimessen. Und wenn man dieses nicht kann, kann man dann seinen Versuchen ein grösseres Zutrauen schenken? Es würde unerklärbar seyn, warum der Herausgeber der Annalen von diesen Briefen mehr als eine summarische Anzeige gegeben hat, (da sie vielleicht diese kaum verdienen,) wenn er es nicht deswegen that, um zu zeigen, daß auch ausserhalb Deutschland eine solche Renomirten-Sprache zu Zeiten gesprochen wird. *)

Die Declamationen, die uns Herr Leslie statt Versuche giebt, hier widerlegen zu wollen, würde ein undankbares Beginnen seyn, indem man dabei wenigstens drei Viertel seiner Versuche abschreiben müßte. Da Herschel's Entdeckungen so äusserst wichtig sind; da sie ein Mann gemacht hat, dessen Ruf über ganz Europa verbreitet ist; und da sie so leicht zu wiederholen sind: sollte man da

*) Daß der Ton, der in den Briefen Leslie's gegen einen Mann wie Herschel angestimmt wird, Mißbilligung verdient, darüber bin ich mit Hrn. Dr. Benzenberg völlig einig. Aber einestheils schien mir gerade dieser Ton dazu geeignet zu seyn, die ganze Sache mehr zur Sprache zu bringen, als es bis jetzt geschehn ist; anderntheils halte ich Leslie's Einwürfe nicht für so ganz unbedeutend, wie sie hier erscheinen. d. H.

nicht glauben dürfen, daß sie in Deutschland, England, Frankreich und Italien von den berühmtesten Physikern angestellt und wiederholt seyn; und daß innerhalb dreier Jahre so definitiv darüber entschieden worden sey, wie über irgend eine physikalische Aufgabe?

Die Irrthümer großer Männer aufdecken, ist verdienstlich, — verdienstlicher, wie die von kleinen, weil sie gefährlicher sind: aber nur kleine Männer thun dieses in einem leidenschaftlichen Tone. Es giebt eine Art, die Wahrheit zu sagen, daß sie niemand glaubt. Herr Leslie hat diese Methode sehr in seiner Gewalt. Daß ihm Herschel nicht antwortet, ist natürlich.

Bis Herschel's Versuche hinlänglich wiederholt sind, kann man sich an folgende allgemeine Wahrheiten halten. Irren kann jeder, bei jeder Untersuchung; aber im Reiche des Irrthums herrscht unter den verschiedenen Irrthümern keine Einigkeit. Mit der Anzahl der Beobachtungen wächst die Unwahrscheinlichkeit des Irrthums. Herschel hat zu viele und zu verschiedene Versuche angestellt, als daß sie sich nicht hätten widersprechen müssen, wenn sie falsch wären. — Wenn irgend jemand Gelegenheit hatte, die Logik des Scheins kennen zu lernen, so war es Herschel bei der Entdeckung der Uranus- und Saturnusmonde. Hier war irren ungleich leichter.

Die Achtung, welche die Welt gegen Herschel hat, wird diese Zeilen rechtfertigen und entschuldigen.

Hamburg den 3ten Febr. 1802.

V.

EINIGE BEMERKUNGEN

über die wärmende Kraft der Sonnenstrahlen und die Zusammensetzung gefärbter Gläser zu Perspectiven, um die Sonne zu betrachten,

von

CARL WILHELM BÖCKMANN
Professor zu Carlsruhe.

Schon im Sommer des Jahrs 1798 stellte ich eine Reihe von Versuchen an, theils um die verschiedenen Grade der Wärme zu bestimmen, welche gefärbte Stoffe bei dem nämlichen Sonnenlichte annehmen, theils um zu prüfen, welcher Unterschied in der Wärme der einzelnen Farbenstrahlen des durch das Prisma gespaltnen Sonnenlichts statt habe. Diese Versuche sind nicht nur in mein Tagebuch damals aufgezeichnet worden, sondern es befinden sich auch mehrere Personen im hiesigen Publico, welche dieses bezeugen können.

Ich gebrauchte zu diesen Versuchen 2 sehr empfindliche und harmonirende chemische Thermometer; die Kugel des einen überzog ich nach und nach mit allerlei Arten von gefärbtem und so viel als möglich gleich dichten Taffent, und setzte dann beide Thermometer den Sonnenstrahlen im Freien aus; wenn nun endlich beide nach einiger Zeit un-

veränderlich stehen blieben, so schrieb ich die Grade der Wärme, welche die Thermometer angaben, auf. Als Beispiele mögen folgende Beobachtungen dienen. Das unbedeckte Thermometer stand auf $23\frac{1}{2}^{\circ}$ R., das andere aber bedeckt

mit himmelblauem Taffent auf $25\frac{1}{4}^{\circ}$ R.

mit schwefelgelbem $24\frac{1}{2}$

mit hellgrünem 26

mit apfelgrünem $26\frac{1}{4}$

mit rosenrothem 25

mit weißem $24\frac{1}{2}$

mit schwarzem $27\frac{1}{4}$

Da ich mich indessen bald überzeugte, daß diese Versuche ihrer Natur nach zu unvollkommen waren, um zu sichern Resultaten führen zu können, so kam ich ziemlich leicht auf die Idee, mit den einzelnen Farbenstrahlen des Prisma ähnliche Versuche zu unternehmen. Meine Absicht war, 3 gleiche Thermometer anzuwenden. Eins davon sollte dem freien Sonnenlichte ausgestellt werden; auf das zweite sollten nach und nach die einzelnen Farbenstrahlen gerichtet werden; und das dritte sollte sich dem zweiten zunächst befinden, ohne daß aber ein Farben- oder Lichtstrahl darauf fallen könne.

Es schienen mir indessen nach einigen Versuchen die gewöhnlichen Quecksilber-Thermometer noch nicht empfindlich genug zu solchen Versuchen zu seyn, weshalb ich, so viel als möglich, correspondirende Luftthermometer dazu gebrauchen wollte, die ich aber nicht sogleich fertig bekommen konnte. — So kam ich inzwischen von diesen Ver-

suchen ab zu ändern, mich gewissermaßen mehr interessirenden Arbeiten, und bin noch nicht wieder zu denselben zurückgekehrt. — Wahrscheinlich hätte ich schon damals Resultate gefunden, die mit den schönen Versuchen des Herra Herschel, (*Annalen der Physik*, 1801, St. 2, S. 137,) übereinstimmend gewesen wären.

Herr Herschel ward übrigens zu dieser Reihe von Versuchen vorzüglich dadurch veranlaßt, daß er für seine größern Teleskope Bedeckungsgläser wünschte, um die Sonne gehörig betrachten zu können. Mein Vater hat schon vor 16 Jahren sich eine solche sehr brauchbare Bedeckung aus vier gefärbten Gläsern zusammengesetzt, welche man vor das Okularglas schrauben kann. Die Sonne erscheint in einer Farbe wie Nachts der Mond, und die etwanigen Flecken sind durch ihre Schwärze wohl zu unterscheiden. Dem Auge thut dieses weißliche Licht nicht weh, und greift dasselbe auch nicht an. Da es vielleicht manchem, der sich mit Sonnenbeobachtungen abgiebt, angenehm seyn dürfte, sich dergleichen Vorrichtungen anzuschaffen, so theile ich hier mit Vergnügen eine genauere Beschreibung davon mit.

Es liegen nämlich vier Glascheiben über einander, eine *hellviolette*, eine *hellgrüne*, eine *dunkelgrüne*, und eine *dunkelblaue*.

Durch das *hellviolette* Glas kann man, wenn es auch dicht auf einer gedruckten Schrift aufliegt, solche doch genau und ohne Anstrengung lesen;

das *hellgrüne* ist noch etwas durchsichtiger. Durch das *dunkelgrüne* kann man nur mit Mühe die Buchstaben erkennen. Das *dunkelblaue* Glas ist am undurchsichtigsten; man sieht zwar, wenn es die Schrift berührt, noch eine Spur davon, sie ist aber nicht mehr lesbar. Hält man hingegen dieses Glas mehr vor das Auge, und die Schrift in einiger Entfernung davon, so läßt sich diese ganz deutlich erkennen. Es liegen diese Gläser in folgender Ordnung auf einander: zunächst dem Auge ist das *hellgrüne*, dann kommt das *dunkelblaue*, dann das *dunkelgrüne*, und endlich das *hellviolette*; sie können jedoch auch nach einer andern Ordnung auf einander folgen. Hält man diese so verbundnen Gläser so nahe als möglich vor das Auge, so kann man bei Tage kaum noch einige weisse erleuchtete Wolken, weisse angestrichne Häuser u. i. w. von andern dunkeln Gegenständen unterscheiden.

VI.

BEOBACHTUNGEN

*über die Entfärbung und Wiedersärbung
des Berlinerblau,*

vom

Bürger DESMORTIERS. *)

Es hatte jemand zum Verkaufe eine beträchtliche Menge dieses Färbestoffs mit Ruß und Nußöhl eingerührt, und einige Zoll hoch mit Wasser bedeckt. Nach einiger Zeit fand er ihn, die Oberfläche ausgenommen, völlig weiß. An der Luft gerührt, bekam er seine schöne Farbe wieder; mit Oehl bedeckt verlor sie sich aufs neue. Dieses Factum war die Veranlassung der folgenden Untersuchungen.

Es scheint zuerst unwahrscheinlich, daß das Oehl die Urfach der Entfärbung seyn könne: denn da die fetten Oehle bei ihrer Zersetzung eine eigenthümliche Säure, aber kein Alkali geben, und nur die reinen Alkalien das Berlinerblau entfärben, die Säuren aber keine Wirkung darauf äußern; so kann auch das Oehl schwerlich diese Wirkung haben. **)

*) *Recherches sur la décoloration spontanée du bleu de Prusse, par B. Desmortiers, Paris 1801, 32 p., ausgezogen von L. A. von Arnim.*

**) Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß hier fast so viel Willkührlichkeiten als Worte zusammengestellt sind. 1. Die Oehle leiden durch Auf-

Es scheint, der Grund liege in der Verdichtung des Pigments durch das Austrocknen, wobei die Molekülen des Rulses und des Oehls, die vorher durch das Berlinerblau versteckt waren, stärker hervortreten.

1. In zwei luftleere Recipienten, von denen der eine mit einer schwarzen Decke belegt, der andere frei, aber nicht in der Sonne stand, wurden Stücke Holz, welche mit dem entfärbten Berlinerblau überzogen waren, gelegt; beide Stücke wurden blau, doch früher in diesem als in jenem.
2. Ein dritter ebenfalls luftleerer Recipient zeigte schon nach 7 Minuten die vollkommenste Färbung des Holzes, während der nicht in der Sonne stehende, aber unbedeckte, 1 Stunde brauchte, und immer nicht so schön wie jener färbte. Das Thermometer stand in der Sonne auf 26° R. — 3. Dem Feuer wurde ein ähnliches Stück Holz genähert, und die Farbe erschien noch schneller als an der Sonne. — 4. Um zu wissen, ob diese Wirkung der

Entnahme von Sauerstoff eine Veränderung, ohne in Säuren verwandelt zu werden; 1. das blaufaure Eisen wird nicht allein durch Alkalien und Zersetzung entfärbt, sondern bei einem geringern Grade der Oxydation erscheint es ebenfalls weiß. Die Erklärung der sich ganz darauf gründenden Erscheinung geht daraus klar hervor, und die ganze Untersuchung würde vielleicht unnütz scheinen, wenn sie nicht durch die Beobachtung der Einwirkung des Lichts interessant würde. 4.

Wärme zuzuschreiben sey, wurde der Topf mit der weissen Farbe in einem kupfernen verdeckten Gefässe während dreier Stunden der Wärme ausgesetzt; aber selbst die blaue Oberfläche war verschwunden, und alles hatte sich etwas grüulich und gelblich gefärbt. Nachher, als man die Farbe auf einem Papiere ausbreitete, wurde sie langsamer, als vorher, blau. — 5. Völlig im Dunkeln wurde das Pigment von 8 Uhr 45 Minuten Abends bis 11 Uhr gerieben, und nahm die vollkommenste blaue Farbe an. — 5. Der Färbestoff wurde auf braunem, (*puce*,) lilafarbigem, grünem und gelb marmorirtem Papiere ausgebreitet, (die beiden ersten waren Zuckerpapiere, das letzte gewöhnliches.) Alle diese Papiere wurden gleichmäfsig der Luft und Sonne ausgesetzt; nach 28 Minuten war die Farbe auf dem braunen Papiere schon ziemlich stark, nach 50 Minuten hatte sie ihre grösste Stärke erreicht, während dessen die lilafarbigen und weilsfarbigen Papierstücke einander fast gleich, aber schwach, das grüne etwas mehr, das marmorirte schwächer gefärbt war. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden wurden das lilafarbige und weisse, und nach $3\frac{1}{2}$ das grüne und marmorirte völlig gefärbt. Als man sowohl das braune wie das marmorirte Papier, jenes auf einem marmorirten, dieses auf braunem Papiere liegend, mit der weissen Farbe bedeckte, erschienen die Farben fast zu gleicher Zeit.

Aus diesen Beobachtungen läfst sich folgern, 1. dals die Entfärbung des Berlinerblau keiner Zersetzung des Oehls, sondern einer Aenderung

der Oberflächen bei dem Austrocknen der Materie zuzuschreiben ist. — 2. Dafs weder die Luft überhaupt, noch einer ihrer Bestandtheile, zur Wiedererzeugung der Farbe nöthig ist, weil sie sich im luftleeren Raume wie in der Luft wieder herstellt. — 3. Dafs Wärme ohne Luft diese Wiederherstellung der Farbe eher verhindert, als befördert. — 4. Dafs die innere Bewegung der Theile, wie sie auch hervorgebracht werde, und die Wirkung des Lichts zur Herstellung der Farbe hinreichen, und desto schneller wirken, je stärker die Bewegung oder das Licht ist.

Z u s a t z.

Der luftleere Raum, als ein mit Wasserdämpfen gefüllter Raum betrachtet, giebt auch hier wiederum eine sehr leichte Erklärung über die Färbung des weissen blausauren Eisen-Oxyduls darin.

Ausgezeichnet scheint beim ersten Anblicke die Wirkung des Lichts zu seyn, die Oxydation eines Stoffs zu befördern; aber übereinstimmender mit den bekannten Erfahrungen, wenn man bemerkt, dafs die Hitze des Küchenfeuers, dessen leuchtende Kraft gegen die der Sonne unbedeutend klein ist, stärker wirkt, als Sonnenlicht, (Vers. 3,) und dieses daher wahrscheinlich nur, in so fern es wärmt, die Färbung des Pigments befördert. Der vierte Versuch kann hiergegen nicht streiten, da seine Bedingungen sehr verschieden sind. Es war hier keine dünne Oberfläche, von der das Oehl in der Wärme schnell verdunsten konnte, wie in Versuch 1 bis 3, sondern die ganze mit Oehl verbundene Masse im Topfe; bildeten sich hier Oehldämpfe, so waren sie hinlänglich, die Oberfläche wieder zu entfärben.

Die ganze Wichtigkeit des Versuchs über die Einwirkung des Lichts auf gleich gefärbte Oberflächen, deren Unterlage verschieden ist, scheint der Verfasser nicht bemerkt zu haben. Ich hoffe sie bei Gelegenheit einiger Versuche über eine merkwürdige Relation der strahlenden Wärme zu farbigen Flächen, ganz mit Ausschluss der Lichtwirkung erklären zu können.

L. A. v. A.

VII.

Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

1. Von Hrn. Dr. J. C. L. Reinhold.

Leipzig den 3ten Febr. 1802.

— — Die in den *Annalen*, B. 10, Heft 1, enthaltenen Versuche des Hrn. Prof. Erman über die electroskopischen Phänomene am Gasapparate der Voltaischen Säule haben mich sehr erfreut; sie sind genau, schön, vollständig, und, bis auf einige wenige, überzeugend. Sie interessieren mich doppelt, da sie mehrere meiner Aeusserungen in dem Ihnen schon früher mitgetheilten Aufsatze bestätigen. Dafs Volta, Ritter und ich zu gleicher Zeit, unabhängig von einander, die Batterie aus fast gleichem Gesichtspunkte ansahen, beruhigt mich ungemein, so unruhig ich auch war, ehe ich mir eine befriedigende Erklärung von derselben geben konnte. Ich selbst mußte sie mir geben, da, ich gestehe es aufrichtig, alles, was andere, aufser den genannten Gelehrten, hierüber äuserten, mich nicht befriedigte. Bis dahin experimentire ich unzufrieden mit mir selbst,

da ich täglich mit etwas umging, das ich nicht kannte. Doch glaube ich, ist auch jetzt noch nicht alles in dieser Hinsicht geschehn; ich erwarte von Volta's Aufsätze und Ritter's Beiträgen viel; bis diese erschienen sind, glaube ich schweigen zu müssen; finde ich es dann noch der Mühe werth, meine Ideen bekannt zu machen, so bin ich so frei, sie Ihnen für die *Annalen* zu übersenden. Doch lassen mich die Gründlichkeit und der Scharfsinn dieser so achtungswerthen Männer voraussehn, daß, da wir übrigens bis jetzt so übereinstimmend dachten, ich dessen überhoben bleiben werde. Dieses soll mich desto mehr freuen, da ich manches andere, wie ich hoffe, nicht uninteressante über Galvanismus Ihnen mitzutheilen habe. Nächstens erhalten Sie einiges über die Wirkungen der Batterie auf thierische Organe und Flüssigkeiten überhaupt, insbesondere auf Organe und Flüssigkeiten des Menschen im gefunden und kranken Zustande. Ich hatte hierbei schon im März vorigen Jahres mehreres über Adhäsion, Attraction, Polarität u. s. w. beobachtet, und freuete mich daher, dasselbe von Ritter und andern auch in der anorganischen Natur wieder gefunden zu sehn; so sehr dasselbe auch vorher schon mir einleuchtete, da die *Materie* überall denselben Gesetzen gehorchen muß. — Daß Erman, in seinen Versuchen, die Polarität des zwischen den Batteriedrähten im Gasapparate enthaltenen Wassers beitätigt, wird, wie ich hoffe, mich gleichfalls mancher Erörterungen und Beweise meiner

ner

ner vorgetragenen Ideen und mancher dahin gehörigen Versuche überheben.

2. Von Hrn. Prof. C. W. Bückmann.

Carlsruhe den 10ten Febr. 1802.

— — Sie erhalten hier für die *Annalen* die Fortsetzung meiner Bemerkungen und Versuche, *Volta's electrische Säule betreffend*, worin Sie unter andern meine Erklärung über Ritter's Benennungen der Endpole, eine Wiederhohlung von Davy's Versuchen, und manches über Dendritenbildungen finden werden. — Zugleich lege ich einige vorläufige Bemerkungen über *Parrot's Theorie der Verdunstung und Niederschlagung des Wassers in der Atmosphäre* bei. (Vergl. S. 167.) Ich habe diese Theorie mit vielem Interesse gelesen, und mich gefreut, wie so schön sie auf so viele Erscheinungen paßt und sie erklärt. Parrot's Versuche sind meines Erachtens aber noch nicht hinreichend, um die Richtigkeit der Hypothese hinlänglich zu begründen. Ich stehe eben im Begriffe, sie zu wiederholen und abzuändern.

Schon seit verflossnem Sommer ließ ich hier ein *Lesliesches Hygrometer* und *Photometer* verfertigen, und habe, besonders mit letzterm, mehrere Versuche angestellt, welche die außerordentliche Sensibilität desselben bestätigen. Ich ließ die Röhren länger machen, als Leslie vorschreibt, so daß dieses Instrument beinahe 10 franz. Zoll hoch ist.

Annal. d. Physik. B. 10. St. 3. J. 1802. St. 3. Bb

Stelle ich es aus dem Tageslichte in das Sonnenlicht, so fällt die Flüssigkeit um 5—6 Zoll. Es zeigt die Unterschiede der Sonnenstärke bei dunkelblauem und blaßblauem Himmel, die durch Wolken hervorgebrachte stärkere oder schwächere Erleuchtung u. s. w. vortrefflich an, und wird durch die Flamme eines gemeinen Talglichts schon in der Entfernung von 1 Fuß afficirt. Ungeachtet wir einen sehr geschickten Glasbläser besitzen, gelang es mir doch bisher noch nicht, dergleichen correspondirende Photometer von großer Genauigkeit zu erhalten; allein ich gebe die Hoffnung nicht auf: so bald es mir geglückt ist, werde ich meine entworfenen und bereits angefangnen Versuche fortsetzen. In jedem Falle ist ein solches Photometer, auch wenn sie nicht mit einander correspondiren, immer von großem Vortheile für den praktischen Physiker.

Auf den Ausgang der schönen Versuche des Hrn. Prof. Simon mit seinen großen Voltaischen Säulen bin ich nicht wenig begierig. Wären diese Arbeiten nicht in so geschickten Händen, so würden auch wir uns hier eine solche Säule von 50 Lagen verfertigen lassen, ungeachtet sie auf 100 bis 150 Fl. zu stehen kommen dürfte. Zur Probe habe ich eine viereckige Platte von 8 Zoll aus Zink gießen lassen, welche 1 Pf. 28 Loth wiegt.

Für unser k. k. Cabinet sind mehrere Instrumente von Dumotier in Paris bestellt, welche, aber noch immer vergeblich, schon seit $\frac{1}{2}$ Jahr erwartet werden.

Ich muß Ihnen hier doch noch eine sonderbare, vielleicht galvanische Erscheinung mittheilen, die ich neulich beobachtet habe. Ich bereitete in einem Kolben von weißem Glase, der in einem Sandbade stand, eine *Goldauflösung* von einem Kaiserdukaten durch salpeterfaure Salzsäure. Da die Auflösung durch den Dukaten noch nicht völlig gesättigt war, warf ich Stückchen Golddraht hinzu. Als sie fast völlig gesättigt war, stieg an dem 2 Zoll langen Golddrahte, bloß an beiden Enden, eine große Menge Gasbläschen auf; sonst nirgends. Der Draht lag auf dem Boden des Glaskolbens; und in der Mitte desselben ein weißes Oxyd, wahrscheinlich salzfaures Silber, das aber nur 3 bis 4 Linien im Durchmesser hatte und hier den Golddraht bedeckte; der übrige Theil dieses Drahts schien gar nicht oxydirt zu seyn, und dennoch gaben seine Spitzen, gleichsam wie Pole, Gas. Ob nun dieses wirklich durch galvanische Wirkung geschah, werde ich bei nächster Gelegenheit weiter untersuchen.

Unsre hiesigen und benachbarten *Aerzte* fangen an sich eifrig mit dem Galvanismus in medicinischer Hinsicht zu beschäftigen. Unser Fürst, der Wissenschaften und Künste nach Möglichkeit zu unterstützen strebt, hat in unserm hiesigen Hospitale eine vollständige Zink-Silber-Säule von 100 Lagen gestiftet; damit unter der Aufsicht der Vorsteher Versuche an Kranken angestellt werden.

Seit dem October beobachtete ich täglich die Sonne, wenn es anders die anhaltend trübe Witte-

— rung gestattete. Ich fand immer mehrere Hauptgruppen von *Sonnenflecken*, die zusammengekommen oft aus 30 bis 40 einzelnen kleinen Flecken bestanden. Nur am 3ten Nov. sah ich die Sonne ganz rein.

Wir hatten diesen Winter die *größte Kälte* am 17ten Febr. Morgens 5 Uhr = $-19,5^{\circ}$ R. Außerhalb der Stadt und in der Nachbarschaft von 15 bis 20 Stunden wollen einige -20 und -21° beobachtet haben.

3. Von Hrn. Regierungs-Referendar. Müller.

Brieg im Nov. 1801.

— — Meinen Voratz, eine große Voltaische Säule in Breslau zu erbauen, (*Annalen*, VII, 134,) habe ich zwar aufgeben müssen, mir hier aber Säulen von 50 bis 70 Plattenpaaren angeschafft, deren Bauart ich es zuschreiben zu müssen glaube, daß ich 3 bis 4 Tage lang, (und selbst, wenn sie keine merkliche Erschütterung mehr giebt,) Funken aus ihr erhalte, und daß die Wasserzersezungen in ihr über eine Woche anhalten. Mein Gestell ist von Holz. Innerhalb der 3 Säulen desselben befinden sich 6 blauleidene Schnüre, die durch das obere und untere Brett des Gestelles gehn und stark angespannt werden. Zwischen ihnen baue ich die Säule auf. Die Platten der aufgerichteten Säule stoßen weder an diese Schnüre, noch an die noch weiter von ihnen entfernten hölzernen Säulen an; die Säule erhält

ihre Haltung dadurch, daß die untere und jede 10te Platte mit 3 Oehren und mit blaueidenen Schnüren versehen sind, die an die hölzernen mit Schraubengängen versehenen Säulen befestigt werden. (Vergl. *Annalen*, VII, 188.) Dadurch, daß ich sie etwas herabwärts ziehe und anspanne, habe ich es in meiner Gewalt, den Platten einen solchen Druck zu geben, daß die Flüssigkeit in den Tuchscheiben zwar sichtbar wird, aber nicht herabfließen kann. Die unterste Platte ruht zur Isolirung auf einem umgestürzten gläsernen Becher.

Bei der *Wasserzersetzung* sind mir zwei sonderbare Fälle vorgekommen. Eine gläserne 8 Zoll lange Röhre von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser, in deren Mitte die silbernen Drähte $\frac{1}{4}$ Zoll von einander abstanden, war an ihren Enden vor dem Löthrohre zugeshmolzen, und die nur sehr kleine Ritze um die durchgehenden Drähte herum, mit Lack völlig luft- und wasserdicht verschlossen worden. Als ich diesen Gasapparat in die Kette einer Säule brachte, die eben erst war errichtet worden, ging die Wasserzersetzung viel langsamer vor sich, als in einer eben dergleichen Röhre, die an ihrem untern Ende nicht verschlossen war; die Geschwindigkeit der Zersetzung nahm immer mehr und mehr ab, und hörte endlich ganz auf, als 1 Zoll Gas sich erzeugt hatte, ungeachtet in jeder andern Röhre, deren unteres Ende offen war, die Zersetzung mit voller Lebhaftigkeit fort dauerte. Während des Versuchs bemerkte ich ein feines Durchsickern des Wassers durch

den Lack des obern Endes. Ich habe diesen Versuch schon einigemahl mit gleichem Erfolge angestellt, und will ihn mittelst anderer Vorkehrungen noch weiter verfolgen. (Vergl. oben S. 298.) — Bei einer ähnlichen Röhre, deren oberes Ende auf dieselbe Art luft- und wasserdicht, deren unteres aber nur mit einem Korkstöpsel verschlossen war, hörte ich, als das Wasser nur ungefähr noch 7 Linien über die Endspitze des obern Drahts reichte, einen Klang, der ganz dem ähnlich war, den das Verbrennen des Wasserstoffgas unter einer Glocke giebt. Dieses Phänomen habe ich bis jetzt nur Einmahl wahrgenommen.

Noch schöner, als mittelst der Kohle oder der Lichtflamme, zeigten sich mir die *Funken*, wenn ich auf ein isolirendes Gestell ein Stück Reissblei auf den einen Draht legte, und es mit dem andern, den ich mittelst einer isolirenden Zange gefaßt hatte, berührte. Oft verbreiteten die Funken einen weiten Glanz um sich, wie einen Blitz. Bald sah ich sie an der Spitze des einen, bald an der des andern Drahtes, zuweilen auch in demselben Augenblicke an beiden zugleich. Wonach sich diese Verschiedenheit in ihrer Erscheinung richtet, dazu habe ich bis jetzt, aller Mühe ungeachtet, noch nicht die Regel ausfindig machen können.

Die von *Ritter* angestellten Versuche, aus denen die Identität des Galvanismus mit der Electricität hervorgeht, sind mir meist gelungen. Durch die sich beständig gleich bleibende Erfahrung, dals,

wenn man beide Drähte in eine Lichtflamme hält, sich nur an den des Zinks die Rosttheilchen, wie Eisen-Feilspäne an den Magneten, in Bart-Gestalt ansetzen, und wenn man ihn bis zur Schlagweite dem andern Drahte nähert, sich sogleich niederlegen; wird, nach meiner Meinung, die Behauptung des Bärgers Lehot, (*Annalen*, IX, 188,) daß bei dem galvanischen Prozesse ein Strom obwalte, dessen Richtung nach der überwiegenden Gewalt hinströme, auch bei der Voltaischen Säule bestätigt. Vom Silber geht der Strom nach dem sich leichter oxydierenden Zinke hin; da er aus dessen Drahte in der Wirkungs-Atmosphäre des Silbers heraus, und in den des letztern einzufließen sucht, so bringt er die an ihm befindlichen Rosttheilchen beim Ausfließen in Borsten-Gestalt, welches Phänomen beim geschehnen Uebergange sogleich verschwindet und beim Einfließen sich nicht zeigen kann.

Bei meinen mit *eben erst getödteten Thieren* angestellten Versuchen habe ich jederzeit gefunden, daß, wenn man Muskel- oder Medullar-Substanz mit beiden Drähten berührt, sogleich an beiden Punkten Schaumbläschen entstehen, die durch ihren sauren und alkalischen Geschmack offenbar von einer augenblicklichen Zersetzung dieser Substanzen zeugen. Bei Thieren, die schon mehrere Stunden vorher getödtet worden, zeigte sich diese Erscheinung nicht. Der Versuch scheint mir die Anwendung der Säule gegen die Taubheit bedenklich zu machen.

4. Von Hrn. C. F. Grashof.

Im September 1801.

— — Ich habe einige Versuche über das Minimum der Wirksamkeit einer Säule bei verschiedenen Feuchtigkeiten in Hinsicht der Wasserzersetzung angestellt. Die Glasröhre, deren ich mich dazu gewissermaßen als Galvanoskop bediente, hatte 2 Zoll Länge und 2 Linien im innern Durchmesser. Die Kupferdrähte von der Dicke $\frac{1}{4}$ Linie standen 2 Linien von einander ab. Das letzte Glied jeder Kette schob ich bloß zwischen die Metallplatten der Säule, so daß ich dadurch so viel oder so wenig Lagen in der größten Schnelligkeit verbinden konnte, als ich nur wollte; denn die Lagen über oder unter der Kette haben auf die Wirksamkeit derselben keinen Einfluß. Die Resultate einiger Versuche dieser Art waren folgende: Waren die Tuchplatten mit *salzsaurem Ammoniak*, mit welchem das Wasser saturirt wurde, getränkt, so erhielt ich bei einer Temperatur von 15° R. schon bei 2 Lagen die ersten Spuren von Gas in kleinen, langsam auf einander folgenden Bläschen, die an der Spitze des Hydrogendrahts aufstiegen. (Vergl. *Annalen*, X, 249, Anm.) Beim *salzsauren Mineral-Alkali* zeigte sich diese Erscheinung bei 3 Lagen. (An einem etwas kühlen Vormittage war das Verhältniß 7:10; also ziemlich dasselbe.) *Destillirtes Wasser* gab mit ganz neuen Tuchscheiben selbst bei 40 Lagen nicht die geringsten Spuren von Gas.

Um indess z. B. bei 2 Lagen das Gas zu erhalten, durfte ich nicht gleich mit 2 Lagen anfangen, sondern mußte von etwa 6 bis 7 Lagen langsam herunter gehen. — Ein nicht zu beträchtlicher Unterschied in der Entfernung der beiden Drähte machte bei übrigen gleichen Umständen keinen Unterschied. — War das Wasser in der Röhre durch die beiden Korkstöpsel comprimirt, so geschah die Gasentwicklung schwerer und langsamer, als wenn von der Röhre etwa nur $\frac{2}{3}$ mit Wasser gefüllt waren. — Die Lage der Säule ändert in diesen Erscheinungen nichts. Gab eine Säule das Minimum bei 3 Lagen, so that sie es in horizontaler und schräger Richtung eben so gut, als in vertikaler. Wohl aber fand ich Herrn Steffens Bemerkung, (*Annal.*, VII, 523,) bestätigt, daß die der Säule conforme Richtung der Drähte die thätigste ist.

Schon bei wenigen Lagen über das Minimum bemerkte ich bald die Entstehung der Säure auf der Zink-, des Alkali auf der Kupferseite. Ich brachte an jedem Pfropfe ein Blättchen Lackmus- und Curcumapapier an. An dem Drahte vom Kupfer wurde das letztere braun gefärbt, das erstere blieb unverändert. Auf der andern Seite war es gerade umgekehrt.

5. Von Herrn Maréchaux, Pred. der franz.
wallon. Gemeinde zu Wesel. *)

Wesel den 28sten Jan. 1802.

Es wird dem galvanisirenden Publicum nicht unangenehm seyn, durch Ihre Annalen vorläufig schon zu erfahren, daß ich das *Wasserblei* zu einer sehr beträchtlichen Batterie von ungefähr 300 Plattenpaaren angewandt und geprüft habe. Zu andern Versuchen dient mir ein besonderer *Galvanometer*, der schnell anspricht und sehr bestimmt die Kraft der Batterie angiebt. Die Resultate werde ich bekannt machen. — Ueber die Wirkung größerer Flächen habe ich bestimmte Resultate, welche diese Sache entscheiden, indem meine Vergleichungsplatten von $1\frac{1}{2}$ Zoll, *zollweise*, bis zu 8 Zoll im Durchmesser wachsen. Bis hierher kann ich Fourcroy's Meinung und seinem Versuche in Ansehung größerer Platten noch nicht beistimmen, da meine Versuche andere Resultate geben: doch hiervon, wenn ich von meiner ganzen Arbeit sprechen werde. — Mein Galvanometer hat mich in den Stand gesetzt, das Vermögen der verschiednen Stoffe, die in der galvanischen Batterie wirken können, genau zu bestimmen. Diese Arbeit hielt ich von besonderm Werthe.

*) Herausgeber der schätzbaren Zeitung für Naturforscher, die seit 1800 zu Wesel erscheint. d. H.

6. *Auszug zweier Schreiben des Herrn Prof. Ebeling an Hrn. Prof. Klügel in Halle.*

Hamburg den 22sten Dec. 1801.

Jetzt mache ich Versuche mit dem Galvanismus für mein Gehör. Die in Eutin an Vossens sehr horthörigem Sohne, an einem 20jährigen Taubstummen, an einem 17jährigen, seit dem vierten Jahre völlig tauben Mädchen, an einem andern erwachsenen, sehr horthörigen, sind in 14 Tagen fast entscheidend gewesen; alle hören. Der Taubstumme schreibt an seinen Lehrer: „ich lerne fort Rechnen und Schreiben, auch *lerne* ich jetzt *hören* bei Dr. Holwag.“ Sein Sprechen beschreibt mir Voss sehr merkwürdig. In Glückstadt und in Jever sind zwei Taubstumme, (der letzte in einer halben Stunde,) hörend geworden. Mein schwerhöriger Bruder, der Arzt in Lüneburg, legte nur zwei verbundene Platten auf das hautentblößte Fleisch hinter den Ohren; dies wirkte wie das stärkste Zuggpaster, und solange es anlag, hörte er sehr scharf. Er wird die Versuche fortsetzen. Ich habe alle Grapengieserschen Werkzeuge, versuche aber erst äußerst gelinde. Meine Batterie ist von Zink und Letternmetall, wovon ich eine Säule von 20, aber keine von 30 Lagen aushalten kann. Diese macht Schwindel, Blitze, und nimmt den Kopf schwer ein.

Den 22ten Febr. 1802.

Von dem Galvanismus, den ich täglich eine Viertelstunde fast drei Wochen brauchte, habe ich die

Wirkung, daß ich, was man mir deutlich ins bessere Ohr sagt, verstehen kann, und das schlimme hört jetzt deutlich durch das Hörrohr; beides war sonst nicht. Ich habe harter Arbeiten wegen, und weil ich einen Fluß an den Augenliedern mit Gerstenkörnern bekam, die Cur ausgesetzt.

In Jever ist ein Apotheker, der alle Taube heilt, die *seine* Galvanismus-Cur aushalten können. Er hat so 10 Taube, worunter auch Taubstumme, geheilt, aber er giebt gewaltige Schläge. Ein taubes Frauenzimmer schreibt an eine Freundin, daß sie dergleichen nicht aushalten könne. Durch Heftigkeit wird aber viel verdorben. Der Hofr. Helwag in Eutin hat gewöhnlich nur eine Säule von 30 Lagen im Gebrauche. In Wahren im Mecklenburgischen ist ein Mensch, der in den Pocken in seiner Jugend das Gehör verlor, nach einer *halbjährigen* Cur geheilt. Also ist die Meinung falsch, es müsse gleich helfen oder helfe gar nicht.

7. *Aus einem Briefe des Herrn Professore
C. H. Wolke an den Herausgeber.*

Jever den 20ten Jan. 1802.

Ich bin, mein lieber Professor Gilbert, zum zweiten Mahle aus Petersburg in mein Vaterland zurückgekommen, und schreibe an Sie, um etwas für die von Ihnen herausgegebenen *Annalen d. Physik* mitzutheilen. Dürfte ich annehmen, daß dazu auch Nachrichten von den Wirkungen der Erzie-

hüng oder der Menschenbildung gehörten; so würde ich vorläufig Ihnen allerlei Rühmliches von den guten Männern erzählen, welche ehemahls mit und nach Ihnen in dem reformatorischen Erziehungs-Institute zu Dessau belehrt und gebildet wurden, und die ich zum Theil zu Petersburg und auf meinen Reisen durch verschiedne Länder als Kriegs- oder Civil-Beamte, oder als Kaufleute mit Vergnügen wieder antraf. Dieses würde den ehemahligen menschenfreundlichen Beförderern des Dessauischen Instituts gewiß angenehm seyn, und dann auch manchen noch lebenden Widersacher desselben sanft belehren, daß er zu der Zeit irrig geurtheilt, mit Unrecht einen noch nicht überall ausgelöschten Eindruck auf das Publicum gemacht, und dadurch mich, nebst den übrigen mitarbeitenden Männern, zu kränken gesucht habe. Ich stehe indels aus angeführter Ursache von dieser Erzählung ab.

Dafür hier etwas von der merkwürdigen, in Jever durch Hrn. Apotheker Sprunger ausgeübten Kunst, den Taubstummen durch die Galvanisation den Sinn des Gehörs herzustellen; eine Kunst, die ich *Voltaische*, (oder *Galvani-Voltaische*), *Gehörgebekunst*, (*ars Voltacufelca*, *l'art Voltacufelique*,) benennen möchte. *) Es giebt nun, (am 20sten Januar,) schon acht Personen beiderlei Geschlechts, und von 15 bis 30 Jahren, welche durch

*) Oder besser vielleicht *Voltaisch-electrische Gehörgebekunst*.

diese höchst wohlthätige Gehörgebekunst beglückt sind. Es kommen aus der Nähe und der Ferne, aus Ostfriesland, dem Herzogthume Oldenburg u. f. w., immer mehr *Taubstumme* und *Harthörige* hier an; erstern wird fast ohne Ausnahme, von den letztern aber nur einigen geholfen. Seit meiner Ankunft in der Mitte des Decembers 1801 nehme ich fast täglich Theil an dem rührenden Schauspiele, das diese Unglücklichen gewähren, indem sie dem Empfange eines ihnen neuen und wichtigen Sinnes entgegensehen und dann allmählig dazu gelangen. Diejenigen, welche durch Umgang und Unterricht Begriffe erhalten haben, und den hohen Werth des Sinnes, der ihnen fehlt, zu schätzen wissen, werden von einem Schrecken ergriffen, der ihnen Todtenblässe verursacht, so bald zum ersten Mahle ein Schall in ihrem Kopfe ertönt. Wenn sie sich darauf erhohlen, so äußern sie noch stark gerührt ihre Freude und Dankbarkeit, welches dann andere belehrt, was für und wie viel Vergnügen sie selbst bisher genossen und die Taubstummen entbehrten. Wie viel neuen Entdeckungen darf man jetzt entgegensehen! Ich will nur Eine vorläufig erwähnen. Die Gehörgebekunst bewirkt, daß der Enttäubte anfangs nur dumpfe Töne hört, z. B. wenn man mit der Hand auf eine Schachtel oder auf ein Brett schlägt; aber wenn ein ihm naher Mann laut ruft, stark oder gellend schreit, oder wenn an eine Glocke oder auf einen ziemlich großen Mörser geschlagen wird, so hört er nichts davon. Diese Fähigkeit,

die klingenden Töne und die menschliche Stimme zu hören, kömmt erst stufenweise einige Tage hernach.

Welch ein Leiden ist es aber nicht für mich, zu bemerken, daß die meisten Aeltern oder Verwandten der Gehörbeglückten so ganz ohne Kenntniß sind, und es so dumm anfangen, das Sprechen und das Verstehen des Gesprochenen zu lehren! So z. B. wurde hier auf sie eingefragt: „Kannst du nu hören, min leve Soen? Segge mi mál, wat dat voer'n Stuk Geld is, so sgast du't ók hávven? Nu seg mi dog, wovél de Ur slagen hát.“ u. s. w. Ich fühle mich hierdurch gedrungen, nächstens eine Belehrung mitzutheilen, wie die Gehörbeglückten, und überhaupt alle junge Kinder, müssen behandelt werden, um sie auf dem kürzesten Wege oder auf eine ihrer Natur gemäße Weise zum Sprechen und Verstehen zu bringen. Der Titel soll seyn: *Nachricht von den zu Jever durch die Galvani-Voltaische Gehörgebekunst beglückten Taubstummen, nebst Anweisung, wie die Gehörbeglückten ohne Zeitverlust und auf die schicklichste Weise zum Verstehen und Sprechen, zum Lesen und Schreiben zu bringen sind.* Könnte ich an recht vielen Orten gegenwärtig seyn, wie ich es für die in Jever Beglückten und ihre Freunde bin, so würde ich mündlichen Unterricht, der den schriftlichen weit übertrifft, versprechen.

Nachschrift am 28sten Jan.

Gestern Morgen um zehn Uhr wurden die Kinder des Hrn. Siegert aus *Bremervörde*, eine Tochter von 14, und zwei Söhne von 16 und 24 Jahren, etwa 4 Minuten lang galvanisirt; eine Stunde hernach zum zweiten Mahle eben so lange; und als durch eine Wunder- oder Zauberkraft zeigte sich schon die wohlthätige Wirkung des Galvanismus. Alle drei hörten dumpfe Töne, nämlich Schläge, die man hinter ihrem Rücken auf eine Schachtel that, und deren verschiedene Anzahl sie mit den Fingern bemerkten. Der Vater zitterte und weinte dabei vor Freude; eine äußerst rührende Scene für Hrn. Sprenger, für mich und jedes fühlende Herz! Bloß bei der Rückerionierung rollen mir wieder Freudenthränen aus den Augen. Gestern Abend um 7 Uhr nach der 4ten Galvanisirung hörten alle die drei gewesenen Taubstummen schon die klingenden Töne einer Wanduhr-Glocke, eines Weinglases, einer Flöte und Geige. Nach dem Abendessen wurde noch versucht, ob sie schon fähig wären, das leise Ticken einer Taschenuhr zu vernehmen. Auch dies war ihnen hörbar, nicht nur, wenn man ihnen die Uhr ans Ohr, sondern selbst bis auf drei Zoll weit vom Ohre hielt.

Der Vater, ein sehr umgänglicher und wohlunterrichteter Mann, versichert, (und wird sein Zeugniß auch öffentlich wiederholen,) daß diese seine drei Kinder von Geburt an bis zu seiner Ankunft in Jever sind taub und stumm gewesen, so daß sie nicht
den

den lautesten Schall oder Ruf haben hören können. Diese Angabe wurde auch hier untersucht und wahr befunden. Er fügte hinzu, daß seine wohlgebildeten Kinder fast immer gesund gewesen wären, und so seine Nerven hätten, daß sie Dröhnungen, durch das Hauen auf einen Ambos, das Rasseln eines Wagens auf Steinpflaster oder das Knallen einer Kanone verursacht, in gewisser Entfernung besser bemerken können, als andere. Aber an ihrer völligen Taubheit, wovon der Vater, seine Mitbürger und viele andere überzeugt sind, und die sich jetzt erst verliert, ist auch deswegen nicht zu zweifeln, weil diese drei Kinder bis jetzt nur thierische Töne, aber noch keinen articulirten Laut, noch kein *Wort* haben hervorbringen können.

Am 28sten und 29sten Januar. Die Fähigkeit, zu hören, zeigt sich bei den fortgesetzten Galvanivoltationen immer deutlicher. Aber die taub Gewesenen haben doch bis jetzt noch nicht das Vergnügen, die menschliche Stimme zu hören oder den zusammengesetzten Laut eines Wortes zu vernehmen. Dieses ist erst nach einigen Tagen zu erwarten.*)

*) Aus dem, was Herr Apotheker Sprenger selbst, (unter dem 29sten Jan.) im Reichsanzeiger, No. 45, S. 545, über denselben Gegenstand sagt, verdient hier noch Folgendes nachgetragen zu werden: Die erste auffallende galvanische Cur glückte ihm an einem taub gebornen, übrigens gesunden

8. Von Hrn. Consistorial-Secr. C. A. Hoffmann.

Reval in Esthland den 7ten Sept. 1801.

— — Gleich nach Empfang Ihrer Annalen liefs ich mir nach Ihrer Anleitung ein Gestell zur Voltaischen Säule machen, und stellte mit Herrn Arzt, Prof. der Chemie, in Gegenwart mehrerer Freunde, mit einer Säule von 30 Rubeln, die beschriebnen Versuche an. Sie gelangen uns alle vortrefflich. Als wir versuchten, die Tuchlappen mit einer Art

den 15jährigen Jünglinge, der keinen Geruch und nie geniesst hatte, und selbst den Schall einer Trompete nicht hören konnte. Er wurde zuerst am 15ten Nov. 1801 zweimahl galvanisirt; nach der Wiederholung am 16ten hörte er schon dumpfe Töne, und am Abend nach der 3ten Galvanisation das Ticken einer Taschenuhr. Er niess-
te nun zum ersten Mahle, äusserte den grössten Ekel, als ihm *Assa foetida*, und lebhaftes Wohlgefallen, als ihm Lavendelöl unter die Nase gehalten wurde. In 14 Tagen war sein Gehör vollkommen wieder hergestellt, und seitdem lernt er sprechen. — „Dieser für die Menschheit erfreuliche Versuch versammelte bei mir,“ sagt Herr Sprenger, „verschiedne Taubstumme und Harthörige, welchen, besonders den erstern, bis jetzt ohne Ausnahme, dasselbe Glück, leise Töne und Menschenstimmen zu hören, gewährt ist. — Indessen getraue ich mir gar nicht, zu behaupten, dass der Galvanismus ein Universal-Mittel sey, allen Taubstummen das Gehör wieder zu geben.“

d. H.

von Brei aus Kohlenpulver und Salmiakwasser zu befeuchten, wurde die Wirkung ausnehmend verstärkt, besonders wenn man sich auch die Finger mit diesem Breie beschmierte. — — Nehmen Sie hieraus wenigstens ab, dass wir auch hier wieder, so viel möglich, in den Wissenschaften mit fortzuschreiten suchen.

9. Aus einem zweiten Schreiben des Herrn Prof. Bückmann.

Carlsruhe den 26ten Febr. 1802.

Sie erhalten hier für die Annalen eine Uebersetzung des *Rapport fait à l'institut national, sur les expériences du Citoyen Volta*, die mir so eben als die interessanteste Novität aus Paris zugekommen ist. Volta's Theorie ist schön und mit vielem Scharfsinne abgefaßt; allein sie befriedigt mich doch noch nicht ganz, und sie muls erst durch weitere Erfahrungen und Vergleichen bestätigt werden.

VIII.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN
der Utrechter Gesellschaft der Wissen-
schaften.

I. *Den 1sten October 1802* wird die Gesellschaft der besten ihr eingereichten Abhandlung über einen beliebigen Gegenstand der Naturlehre eine goldne Medaille 20 Dukaten werth, und der nächst besten eine silberne Medaille zuerkennen. (*Annal.* VII, 136.)

II. *Physikalische Preisfragen für den 1sten October 1803.* 1. Wie ist die electriche Materie ihrer Natur nach beschaffen? Ist sie zusammengesetzt? Was hat sie für Bestandtheile? Was für chemische Veränderungen leidet sie, indem sie sich mit andern Körpern vereinigt, und was für Veränderungen bringt sie in diesen Körpern hervor?

2. Die wahre Natur der Dysenterie zu bestimmen: ob sie immer dieselbe ist; was sie für Ursachen, für unterscheidende Charaktere und für Folgen hat. Welches die beste Curmethode derselben ist, und was man vom Gebrauche des Opiums in ihr zu halten hat.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, VIERTES STÜCK.

I. BERICHT

an die mathematisch-physikalische Klasse
des französischen National-Instituts
über

Volta's galvanische Versuche.

Vorgelesen am 1sten December 1801. *)

Die ersten *galvanischen* Erscheinungen, welche man wahrgenommen hat, bestanden in Zusammen-

*) „Dieser sehr interessante Bericht“, (sagt Herr Professor Böckmann in Carlsruhe, dem die Annalen diesen Aufsatz verdanken, vergleiche S. 387,) „gestattete eine Menge Bemerkungen, Zusätze, und mehr oder minder wichtiger Zweifel, die, gehörig ausgeführt, vielleicht die Grösse des Berichts würden erreicht oder selbst übertroffen haben. Da aber dadurch zu häufige und zu grosse Unterbrechungen entstehen würden, so übergehe ich hier lieber alles, und liefere blos eine Uebersetzung des franz. Originals,

Annal. d. Physik. B. 10. St. 4. J. 1802. St. 4. Dd

ziehungen von Muskeln, die durch einen metallischen Bogen gereizt waren. Galvani und mehrere andere Physiker hielten sie anfangs für Wirkungen einer besondern, den thierischen Theilen inhärenten Electricität. Volta war der Erste, der behauptete, der thierische Bogen diene bei diesen Versuchen nur dazu, jenes Fluidum aufzunehmen und bemerkbar zu machen, sey aber wenig oder gar nicht geschickt, es zu erzeugen. Der Muskelreiz, den man anfänglich für den Haupttheil dieser Erscheinung hielt, war nach seiner Meinung weiter nichts, als eine electriche Wirkung, welche durch die wechselseitige Berührung der Metalle, die den erregenden Bogen bildeten, hervorgebracht wurde. Diese Meinung, welche ihre Anhänger und Gegner fand,*gab Veranlassung zu mehreren

welches folgenden Titel hat: *Rapport fait à la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national sur les expériences du Citoyen Volta. Paris chez Baudouin, imprimeur de l'Institut national. in 4. 29. P.* — Die Commission bestand aus Laplace, Coulomb, Hallé, Monge, Fourcroy, Vauquelin, Pelletan, Charles, Briffon, Sabathier, Guyton und Biot.“ Der Leser wird finden, daß die Darstellung von Volta's Untersuchungen und Vorstellungsarten in diesem lichtvollen Berichte, und die Grundzüge von Volta's electriche Theorie seiner Säule, die Herr Prof. Pfaff oben S. 219 entworfen hat, auf das schönste in einander greifen.

d. H.

Verfuchen, um sie zu bestätigen oder zu bestreiten; und, was bei neuen Entdeckungen in ihrer Kindheit gewöhnlich der Fall ist, man sah mit den Thatfachen zugleich eine Menge Anomalien erscheinen, welche die Verbindung jener unter einander erschwerten, und damahls sogar völlig unerklärbar waren, weil sie von sehr feinen Umständen herrührten, deren Einfluß man noch nicht gehörig kannte.

In diesem Zustande befand sich dieser Zweig der Physik, als die Commission ihren *ersten Bericht* erstattete.*) Ihr Zweck war, mit Genauigkeit die Bedingungen zu bestimmen, unter welchen die galvanischen Wirkungen erfolgen, und durch welche sie modificirt werden; sie versuchte es indessen nicht, diese Erscheinungen zu erklären, und begnügte sich, sie in der Ordnung darzustellen, die ihr am zweckmäßigsten zu seyn schien. Wir kannten damahls die Untersuchungen noch nicht, in denen Volta bemüht war, auf dem Wege, den er sich geöfnet hatte, alle Erscheinungen, welche der Galvanismus darbietet, mit seinen ersten Entdeckungen zu vereinigen. Er hat seitdem noch viele andere, eben so wichtige Untersuchungen bekannt gemacht, die er durch seine äußerst scharfsinnige

*) *Compte rendu à la cl. d. sc. math. et phys. de l'Institut des premières expériences faites en Flor. et Prair. l'an 5 par la Commiss. nommée pour examiner et vérifier les phénomènes du Galvanisme. q. 101 p. Uebersetzt in Ritter's Beiträgen u. s. w., B. 1, St. 1.*

d. H.

Theorie unter einander verbunden hat; und wenn gleich noch etwas zu thun übrig ist, um die Gesetze dieser sonderbaren Wirkung aufs genaueste zu bestimmen und sie einer scharfen Rechnung zu unterwerfen, so scheinen doch die vorzüglichsten Thatfachen, die ihr zur Grundlage dienen, schon jetzt fest gegründet zu seyn.

Die Commission hat für jetzt die Absicht, von diesen zur Grundlage dienenden Versuchen, und von der Art Rechenschaft zu geben, wie Volta sich ihrer zur Bildung seiner Theorie bedient hat. Wir sind übrigens diesem Gelehrten für die Gefälligkeit, mit der er in unsrer Gegenwart jene Versuche mehrmahls wiederholte, und uns so durch uns selbst von ihrer Wahrheit und Genauigkeit überzeugete, vielen Dank schuldig.

Der *Hauptversuch*, oder der, aus welchem alle übrigen sich herleiten lassen, ist folgender:

Wenn *zwei isolirte verschiedenartige Metalle*, die nur ihre eigne natürliche Electricität haben, mit einander in Berührung gebracht werden, so zeigen sie nach ihrer Trennung von einander, einen verschiedenen electricischen Zustand; das eine Metall ist nämlich positiv-, das andere negativ-electrisch. Dieser Unterschied ist zwar nach jeder Berührung nur sehr geringe; wird aber die Electricität durch einen electricischen Condensator nach und nach angehäuft, so erhält sie endlich Stärke genug, um die Fäden eines Electrometers sehr merklich zur Divergenz zu bringen. Die Wirkung äußert sich indessen bloß

bei der Berührung der Metalle, und sie dauert so lange fort, als die Berührung selbst; aber die Intensität derselben ist nicht bei allen gleich stark. — Wir wollen hier nur als Beispiel *Kupfer* und *Zink* nehmen. Bei der gegenseitigen Berührung dieser Metalle wird das *Kupfer negativ*-, und der *Zink positiv-electrisch*.

Nachdem *Volta* die Entwicklung der metallischen Electricität unabhängig von irgend einem *feuchten Leiter* erwiesen hatte, wandte er nun auch diese Leiter an.

1. Wenn man einen Streifen von *Kupfer* und *Zink* an den Enden zusammenlöthet, dann das *Zinkende* des Streifens zwischen die Finger nimmt, und mit dem andern *Kupferende* den obern Teller eines *Condensators*, der gleichfalls von *Kupfer* ist, berührt, so wird dieser *negativ* geladen. Dies erhellt vollkommen aus dem vorhergegangnen Versuche. —
2. Hält man dagegen das *Kupferende* in der Hand, und berührt den obern *Kupferteller* des *Condensators* mit dem *Zinkende*, so hat solcher nach aufgehobner Berührung, und wenn man ihn von dem untern Teller weghebt, keine Electricität erhalten, wenn jener auch gleich mit der Erde in Verbindung war. —
3. Legt man aber zwischen den obern Teller und das *Zinkende* ein mit reinem Wasser getränktes Papier, oder irgend einen *feuchten Leiter*, so ladet sich der *Condensator* mit positiver Electricität. 4. Er ladet sich gleichfalls, aber negativ, wenn man den mit dem *feuchten Leiter* belegten Teller mit dem *Kup-*

ferende berührt, indem man das Zinkende in den Hand hält. Diese Thatfachen sind zuverlässig, und durch die Commission vollkommen bestätigt worden.

Wir wollen nun sehen, wie Volta sie erklärt und mit dem vorigen Hauptversuche in Verbindung setzt.

Nach ihm äufsern die Metalle, wie wir gesehen haben, und wahrscheinlich alle Körper in der Natur, eine gegenseitige Wirkung auf ihre beiderseitigen Electricitäten, von dem Augenblicke an, da sie sich berühren. Hält man den vorigen Metallstreifen an seinem Kupferende, so geht ein Theil seiner Electricität in das entgegengesetzte Zinkende. Steht dieses aber in unmittelbarer Berührung mit einem Condensator-Deckel aus Kupfer, so strebt auch dieser mit gleicher Stärke, sich eines Theils seines electrischen Fluidums in den Zink zu entledigen; der Zink kann also dem Condensator-Deckel nichts mittheilen, und dieser muß sich nach aufgehobner Berührung im natürlichen electrischen Zustande befinden. — Legt man hingegen ein *feuchtes Papier* zwischen das Zinkende des Streifens und die Kupferplatte des Condensators, so wird dadurch das Streben der Electricität nach Bewegung, welche nur in gegenseitiger Berührung der Metalle statt hat, zwischen dem Deckel und dem Zinkstreifen aufgehoben. Das Wasser, welches in Vergleich mit Metallen jene Electricität-erregende Eigenschaft nur in sehr geringem Grade besitzt, hält den Uebergang des electrischen Fluidums des Zinks zum Conden-

sator nur sehr wenig auf, und dieser kann sich daher positiv laden. — Berührt man endlich den Condensator mit dem Kupferende des Streifens, so hindert das dazwischen gelegte Papier, dessen eigenthümliche Wirkung sehr geringe ist, die Metallplatte des Condensators nicht, einen Theil ihrer positiven Electricität in das Zinkende übergehen zu lassen; und wird nun die Berührung aufgehoben, so befindet sich der Condensator negativ geladen.

Nach dieser Theorie ist es nun leicht, die Wirkungen der *Volta'schen Säule* zu erklären. Um dieses mit mehr Einfachheit zu thun, wollen wir annehmen, sie sey auf einem isolirenden Körper erbaut, und es sey der Ueberschuß der Electricität zwischen einer Zinkplatte und einer Kupferplatte, die sich einander unmittelbar berühren, durch die Einheit ($= 1$) ausgedrückt. *)

*) Die Menge von Electricität, die in einem Körper über seinen natürlichen Zustand angehäuft ist, steht bei sonst gleichen Umständen im Verhältnisse mit der Repulsivkraft, womit die Theile des electrischen Fluidums sich von einander zu entfernen streben, oder womit sie ein neues Theilchen, das sich mit ihnen verbinden wollte, wegstoßen. Diese Repulsivkraft, welche bei freien Körpern in dem Widerstande der Luft eine Gegenkraft findet, verursacht das, was wir *Spannung des electrischen Fluidums* nennen. Eine einzige Spannung reicht hier bei weitem nicht hin, die Strohhalmen des *Volta'schen* oder die Kugeln des

Besteht die Säule bloß aus *zwei* Metallplatten, deren untere Kupfer, die obere Zink sey, so kann man den electricischen Zustand der erstern durch $-\frac{1}{2}$, und den der andern durch $+\frac{1}{2}$ ausdrücken.

Setzt man noch eine *dritte* Platte, und zwar eine kupferne, hinzu, so muß man diese, wenn anders eine Vertheilung des electricischen Fluidums stattfinden soll, durch eine feuchte Pappe von der der obern Zinkplatte trennen; dann aber muß die Kupferplatte den nämlichen electricischen Zustand als jene Zinkplatte erhalten, in so fern wir nämlich keine Rücksicht nehmen auf die eigne Wirkung des Wassers, die übrigens sehr geringe zu seyn scheint, so wie auch auf den etwanigen sehr unbedeutenden Widerstand, welchen diese Feuchtigkeit, als ein unvollkommner Leiter der Electricität, der Mittheilung entgegensetzen könnte. Da die Säule isolirt ist, so kann die oberste Platte ihren Ueberschuß an Electricität nur auf Unkosten des unten liegenden Kupfers erhalten. Nun sind aber die gegenseitigen Zustände dieser Metallplatten nicht mehr die nämlichen, wie im vorigen Versuche, sondern folgende: Der Zustand der *untern Kupferplatte* ist $-\frac{2}{3}$. Der Zustand der darauf liegenden *Zinkplatte* muß folglich $-\frac{2}{3} + 1 = \frac{1}{3}$ seyn.

Saaffwürischen Electrometers zum Auseinanderfahren zu bringen, und kann nur durch eine electricische Wage, [nach Coulomb's Art,] mit Genauigkeit gemessen werden. *Ann. d. Orig.*

Die dritte Platte, welche von Kupfer ist, und die durch eine angefeuchtete Pappe von der vorigen getrennt ist, wird die nämliche Quantität Electricität besitzen, nämlich $+\frac{1}{2}$; und die Summe der Electricitäten, welche die erste Platte verloren hat, und welche die zwei andern Platten erhalten haben, wird noch immer 0 seyn, wie vorhin bei den zwei Platten, *)

Legen wir noch eine vierte Platte hinzu, die aus Zink seyn muß, so wird diese eine Einheit mehr haben, als diejenige Kupferplatte, worauf sie unmittelbar liegt; und da sie diesen Ueberschuß nicht anders erhalten kann, als auf Unkosten der untersten Platte, weil die ganze Säule isolirt ist, so ist nun der Zustand

für die unterste kupferne Platte $= 1$;

für die zweite auf ihr ruhende Platte von Zink $= 0$;

für die dritte Platte, die von Kupfer und von der vorigen durch nasse Pappe getrennt ist, $= 0$, so daß sich diese und die vorige Platte in ihrem natürlichen Zustande befinden;

endlich für die oberste Zinkplatte, die mit der vorigen in Berührung steht, $= +1$.

Wenn man dieses Raisonnement fortsetzt, so findet man leicht den electrischen Zustand einer jeden Platte einer isolirten und aus einer willkührli-

*) Möchte doch Coulomb durch Versuche mit seiner Drehwage die Richtigkeit dieser Vorstellung über alle Zweifel erheben. d. H.

chen Anzahl von Platten zusammengesetzten Säule, Die Quantitäten von Electricität werden für jede Platte vom Anfange bis zum Ende der Säule in einer arithmetischen Progression wachsen, deren Summe $= 0$ ist, *)

Nehmen wir, der Einfachheit wegen, an, die Zahl der Platten sey gerade, so ist es leicht, sich durch eine sehr einfache Rechnung davon zu überzeugen, daß die unterste Kupferplatte und die oberste Zinkplatte einerlei Grad von Electricität haben müssen, die eine positive, die andere negative; und das nämliche wird von je zwei Platten gelten, die beide in gleichmäßigen Entfernungen von den Enden der Säule genommen werden. — Vor dem Uebergange von dem positiven Zustande in den negativen wird die Electricität Null, und es werden immer zwei Platten, eine von Zink, die andere von Kupfer, im natürlichen Zustande seyn müssen; diese werden wir in der Mitte der Säule finden, wie man solches z. B. in dem Falle mit vier Scheiben gesehen hat. **)

Es werde nun *das untere Ende der Säule mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt*. Die unterste Kupferplatte, welche negativ-electrisch ist, strebt,

*) Also nach dem Schema C, S. 140, nur daß dort die Spannung, die hier 1, gesetzt ist, 2 gesetzt wurde. d. H.

**) Berechnungen hiernach in Anmerkung I zu diesem Aufsatze.

das, was sie an Electricität verloren hat, wieder zu erlangen, kann aber offenbar ihren electrischen Zustand nicht verändern, ohne daß sich auch der electrische Zustand der obern Platten mit verändert, weil der Unterschied ihrer Electricitäten im Zustande des Gleichgewichts immer derselbe seyn muß. Daher werden denn alle negativen Größen der untern Hälfte der Säule vermittlest der Erde in ihren absolut-electrischen Zustand zurückgebracht, und die *unterste* Platte von Kupfer wird einerlei Grad von Electricität mit dem Boden, den wir hier durch 0 ausdrücken, annehmen. Die *zweite* Platte, von Zink, welche unmittelbar die vorige berührt, wird $+1$ haben; die *dritte* Kupferplatte, welche durch angefeuchtete Pappe vom Zink getrennt ist, hat, wie sie, $+1$; die *vierte* Platte, welche von Zink ist und die vorige berührt, wird $+2$ haben: und auf diese Weise werden die Quantitäten von Electricität der verschiedenen Platten nach einer arithmetischen Progression wachsen. *)

Berührt man jetzt mit einer Hand die oberste Platte der Säule, und mit der andern die unterste, so werden sich diese Ueberschüsse von Electricität durch die Organe des Körpers in das gemeinschaftliche electrische Reservoir, (die Erde,) entladen, und um so mehr im Körper eine starke Erschütterung verursachen, da sich dieser Verlust nur vermit-

*) Also nach dem Schema A, S. 340. d. H.

telst des Erdbodens ersetzen kann, und da folglich ein electriccher Strom entstehen muß, der sich im Innern der Säule mit so viel größerer Geschwindigkeit als in den Organen, welche nur unvollkommene Leiter sind, bewegt, daß dadurch der innere Theil der Säule eine Spannung annehmen kann, die derjenigen gleicht, die er im Zustande des Gleichgewichts hatte. *)

Wenn man während dieser Verbindung der untersten Platte mit der Erde das obere Ende der Säule mit dem obern Teller eines *Condensators*, dessen unterer Teller mit dem Boden in leitender Verbindung steht, in Berührung bringt; so wird die Electricität dieses obern Endes, die doch immer nur einen geringen Grad von Spannung hat, in den Condensator übergehen, wo die Spannung für Null angesehen werden kann. Da aber die Säule jetzt nicht isolirt ist, so wird sich dieser Verlust durch die Erde wieder ersetzen; die neuen Quantitäten von Electricität, welche so die obere Platte unausgesetzt erhält, gehn, wie die vorigen, in den Condensator über, und häufen sich endlich dergestalt in dem sammelnden Teller an, daß man sehr deutliche electrometrische Anzeigen, sogar Funken, daraus erhalten kann. — Was die Grenzen dieser Anhäufung betrifft, so ist es offenbar, daß sie von der Dicke des dünnen Harzüberzuges, wel-

*) Vergl. die Berechnungen in Anmerkung II, [und das Schema E, S. 240. d. H.]

über die beiden Metallteller des Condensators von einander trennt, abhängt. Vermöge ihrer kann die in dem sammelnden Teller angehäuften Electricität auf die Electricität des untern Tellers nur in einiger Entfernung wirken; und sie ist daher immer beträchtlicher, als diejenige, welche ihr in der letztern das Gleichgewicht hält. Daher entsteht denn in dem sammelnden Teller eine kleine Spannung, welche die Spannung an dem obersten Ende der Säule zur Grenze hat.

So wie sich die Electricität der Säule in dem Condensator anhäuft, wird sie sich auch im Innern einer *Leidener Flasche*, deren äußere Fläche mit der Erde in Verbindung steht, anhäufen; und da sich die Säule, so wie sie sich entladet, auf Unkosten der Erde wieder ladet, so wird sich auch die Flasche weiter laden, was sie auch für eine Capacität habe. Allein die innere Spannung derselben kann nie stärker werden, als die ist, welche am obersten Ende der Säule statt hat. Nimmt man nun die Flasche weg, so muß sie eine dem Grade von Spannung correspondirende Erschütterung geben, welches auch durch die Erfahrung vollkommen bestätigt wird. *)

Diese Erscheinungen müssen alle so geschehen, wenn man die Wirkung des Wassers auf Metalle als etwas sehr geringes übergeht, und wenn man annimmt:

*) Vergl. die Berechnungen in Anmerk. III.

1. daß der Uebergang des electricen Fluidums in der isolirten Säule von einem Plattenpaare zum andern durch die nassen Pappscheiben, welche jene von einander trennen, geschehe, wenn auch zwischen beiden Enden der Säule keine Verbindung statt hat; und

2. daß der Ueberschuß an Electricität, den der Zink vom Kupfer erhält, für diese beiden Metalle constant sey, sie mögen sich nun im natürlichen Zustande befinden oder nicht.

Volta unterstützt den ersten Satz durch einen Versuch, den wir bereits angeführt haben, und wobei sich der Condensator ladet, wenn man den mit nassem Papiere bedeckten sammelnden Teller mit dem Kupferende eines metallischen Streifens berührt, dessen anderes Ende von Zink in der Hand gehalten wird.

Was die zweite Voraussetzung betrifft, so ist es die einfachste, welche man aufstellen kann. Hätten wir uns überzeugen wollen, wie weit sie mit der Natur übereinstimmt, so wäre eine Reihe sehr feiner Versuche erforderlich gewesen, zu deren Anstellung wir keine Gelegenheit hatten.

Bisher nahmen wir zwar, um etwas Bestimmtes zu haben, an, daß die Säule aus Kupfer und Zink zusammengesetzt sey; allein es läßt sich die nämliche Theorie eben so auf irgend zwei *andere Metalle* anwenden, und die Wirkungen der verschiednen Plattenpaare, aus denen man sie erbauete, werden von den Unterschieden der Electricität abhängen,

welche im Augenblicke der Berührung zwischen ihnen entsteht.

Das vorhin Gesagte erstreckt sich gleichfalls auf alle andere Körper, zwischen denen eine ähnliche Wirkung statt haben kann. Ist gleich im Allgemeinen diese Wirkung zwischen *Flüssigkeiten und Metallen* nur sehr geringe, so giebt es doch einige Flüssigkeiten, wie z. B. das liquide *Schwefelkali*, wo die Wirkung auf Metalle sehr bemerkbar wird. Es gelang den *Engländern* sogar, durch dergleichen Schwefelverbindungen einen der metallischen Bestandtheile der Säule zu ersetzen; es hat aber auch schon vor ihnen *Pfaff* bei seinen Versuchen solche gebraucht.

Volta hat in dieser Rücksicht zwischen den *Metallen* ein sehr merkwürdiges Verhältniß entdeckt, welches den Bau einer Säule mit diesen Substanzen allein ganz unmöglich macht. Wir wollen seine Ideen hier angeben, ob wir gleich die Gelegenheit nicht hatten, sie zu bestätigen.

Legt man die Metalle nach folgender Ordnung übereinander: *Silber, Kupfer, Eisen, Zinn, Blei, Zink*, so wird jedes derselben durch die Berührung mit dem vorangegangnen *positiv*-, und mit dem folgenden *negativ*-electrisch; die Electricität geht daher vom Silber zum Kupfer, vom Kupfer zum Eisen, vom Eisen zum Zinn, u. s. fort. Dabei zeigt sich, (und von dieser Eigenschaft ist hier die Rede,) daß die erregende Kraft des Silbers gegen den Zink der Summe der erregenden Kräfte der Metalle, welche

in der ganzen Reihe zwischen beiden liegen, völlig gleich ist; woraus sich denn ergibt, daß, wenn man sie in dieser, oder in irgend einer beliebigen Ordnung mit einander in Berührung setzt, die äußersten Metalle immer in dem nämlichen Zustande seyn werden, als wenn sie sich unmittelbar berührten; und daß man daher, man mag irgend eine Anzahl Glieder annehmen, die so geordnet sind, und deren äußerste Enden z. B. Silber und Zink sind, die nämlichen Resultate erhalten würde, als wenn diese Glieder bloß aus jenen beiden Metallen gebildet wären; das heißt: man würde gar keine Wirkung, oder eben dieselbe erhalten, welche ein einzelnes Glied hervorgebracht haben würde.

Bis jetzt scheint es, daß diese so eben erwähnte Eigenschaft sich auf alle festen Körper erstreckt; allein zwischen festen und tropfbar-flüssigen finden sie nicht statt. Eben daher gelingt uns die Construction der Säule durch Zwischenlegen von Flüssigkeiten. Daher entsteht Volta's Eintheilung der Leiter in zwei Klassen, wovon die erste die *festen Körper*, die zweite die *flüssigen* begreift. Auch hat man bis jetzt diese Säulen nur durch eine schickliche Anordnung der Körper aus diesen beiden Klassen erbauen können. Der Bau einer Säule mit Körpern erster Klasse allein ist etwas unmögliches; mit der gegenseitigen Wirkung der Körper, welche die zweite Klasse ausmachen, sind wir noch nicht genau genug bekannt, um zu entscheiden, ob von ihnen eine gleiche Behauptung gilt.

Wir

Wir nahmen bisher an, daß die nassen Pappen, welche zwischen den Plattenpaaren der Säule liegen, mit *reinem Wasser* getränkt wären. Braucht man indessen statt jenes Wassers eine *Salzauflösung*, so wird die Erschütterung zwar unvergleichbar stärker; aber die durch das Electrometer angegebene Spannung scheint wenigstens nicht in gleichem Verhältnisse zuzunehmen. Volta hat uns diese Thatsache mittelst seines Apparats mit Gläsern erwiesen, in welche er erst reines, dann gefaultes Wasser hineingoss.

Er schließt aus diesem Versuche, daß die *Säuren* und die *Salzaufösungen* die Wirkung der Säule dadurch vorzüglich verstärken, daß sie die *Leitungsfähigkeit des Wassers*, womit die Pappen getränkt sind, vermehren. Was die *Oxydation* betrifft, so hält er solche für eine Wirkung, die eine innigere Berührung zwischen den Gliedern der Säule hervorbringt, und die so mit beiträgt, daß die Wirkung anhaltender und kräftiger wird.

Dies ist ungefähr der kurze Inhalt der *Volta'schen Theorie* über die Electricität, die man bisher die *galvanische* nannte. Sein Zweck war, durch sie alle Erscheinungen auf eine einzige zurückzuführen, deren Wirklichkeit jetzt vollkommen bestätigt ist: nämlich auf die *Entwicklung der metallischen Electricität durch die gegenseitige Berührung von Metallen*. Es scheint durch diese Versuche erwiesen zu seyn, daß die *besondere Flüssigkeit*, welcher man eine Zeit lang die *Muskelbewegungen* zuschrieb, nur

die gewöhnliche *Electricität* ist, welche durch eine Ursache, deren Natur wir noch nicht kennen, wovon wir aber die Wirkungen sehen, in Bewegung gesetzt wird.

Es ist das Eigenthümliche der Wissenschaften, daß die glänzendsten Entdeckungen nur ein noch weiteres Feld zu neuen Untersuchungen eröffnen. Nachdem wir die gegenseitige Wirkung der Metalle auf einander erkannt, und gleichsam durch eine Art von Näherung berechnet haben, ist uns noch übrig, diese Wirkung auf eine genaue Art zu bestimmen; zu untersuchen, ob sie für die nämlichen Metalle constant, oder vielleicht nach den Quantitäten von *Electricität*, die sie enthalten, und nach den Temperaturen verschieden ist. Ueberdies muß man die eigenthümliche Wirkung berechnen, welche die Flüssigkeiten gegenseitig aufeinander und auf die Metalle äußern. Erst, wenn dieses geschehn ist, lassen sich Rechnungen auf genauere Data gründen, durch die man sich zu dem wahren Gesetze erheben wird, welchem die Vertheilung und Bewegung der *Electricität* in dem *Voltaischen* Apparate folgen, und erst dadurch wird die Erklärung aller Erscheinungen, welche dieser Apparat darbietet, vollständig gemacht werden. Aber diese feinen Untersuchungen erfordern die genauesten Instrumente, welche bis jetzt von Physikern zum Messen der Stärke des electrischen Fluidums erfunden sind.

Es sind endlich noch die *chemischen Wirkungen* dieses electrischen Stroms, die *Wirkungen desselben*

auf die thierische Oekonomie, und sein Verhältniß gegen die Electricität der Mineralien und Fische zu erforschen; Untersuchungen, die nach den bereits bekannten Thatfachen gewiß sehr interessant seyn müssen.

Wenn eine schon sehr bearbeitete Wissenschaft noch um einen Schritt weiter fortrückt, entstehen zwischen ihren einzelnen Zweigen neue Verbindungen, und man blickt dann gerne zurück, um den Weg zu messen, den man durchlaufen hat, und um zu sehen, wie der menschliche Geist sich ihn bahnte. Gehen wir z. B. auf den Ursprung der Electricität zurück, so finden wir sie in dem Anfange des letztern Jahrhunderts noch bloß auf zwei Erscheinungen, auf die *Attraction* und *Repulsion*, beschränkt; Dufay war der Erste, welcher die beständigen Gesetze auffand, denen diese Erscheinungen unterworfen sind, und der ihre scheinbaren Unregelmäßigkeiten erklärte. Seine Entdeckung der *zweierlei Arten* der Electricität, nämlich der *Harz-* und *Glas-Electricität*, gründete die Pfeiler dieser Lehre; und Franklin, der sie unter einem neuen Gesichtspunkte darstellte, baute darauf seine schöne Theorie, welcher sich alle Erscheinungen, selbst die Wirkung der Leidener Flasche, ganz natürlich anpassen lassen. Aepinus lieferte endlich den vollständigen Beweis dieser Theorie, vervollkommnete sie dadurch, daß er sie der Rechnung unterwarf, und gelangte, vermittelt der Analysis, bis zu den Erscheinungen, welche Volta so glücklich auf den

Condensator und Electrophor angewandt hat. Noch fehlte das Gesetz der electricischen Attraction und Repulsion. Es wurde durch genaue Versuche bestimmt; und da es sich an das Geletz des Magnetismus anschliesst, so fand man, daß es das nämliche sey, wornach sich die Anziehung der Himmelskörper richtet. Man weiß, daß Coulomb der Urheber dieser Entdeckung ist.

Endlich erschienen die *galvanischen Phänomene*; so sonderbar in ihrem Gange, und scheinbar so verschieden von Allem, was man bisher kannte. Anfangs schuf man sich zu ihrer Erklärung eine besondere Flüssigkeit, allein durch eine Reihe sinnreicher und mit Scharfsinn angeordneter Versuche, faßte Volta den Gedanken, sie insgesamt auf eine einzige Ursache, nämlich die *Entwicklung der metallischen Electricität*, zurückzuführen. Er bediente sich derselben zum Baue eines Apparats, bei dem man im Stande ist, die Stärke nach Belieben zu erhöhen, und verbindet sie durch seine Resultate mit wichtigen Erscheinungen der Chemie und der thierischen Oekonomie.

In Gemäfsheit des Vorschlags eines der Mitglieder dieses Instituts, (Bonaparte's,) welcher der Commission mitgetheilt worden, machen wir den Antrag, daß dem Bürger Volta die goldne Medaille des Instituts möge zuerkannt werden, sowohl als Beweis der Zufriedenheit der Klasse für die schönen Entdeckungen, womit er die Theorie der Electricität bereicherte, wie auch als ein Zeichen

des Dankes, daß er sie dem Institute so bereitwillig mitgetheilt hat.

ANMERKUNGEN.

Berechnungen über Volta's Säule.

I.

Es sey n die Anzahl der Plattenpaare der Säule, so ist die ganze Anzahl der einzelnen Platten, woraus sie besteht, $= 2n$. Wir nehmen ferner an, daß die *unterste Platte* immer von *Kupfer*, die *oberste* von *Zink* sey, und wir wollen die Quantität von Electricität, die sich in der letztern über ihren natürlichen Zustand anhäuft, durch x ausdrücken. Es werden dann die Spannungen der verschiedenen *Zinkplatten* vom obern Ende der Säule bis an ihre Basis herab, folgende arithmetische Progression bilden:

$$x; x-1; x-2 \dots \dots x-(n-1),$$

deren Summe ist $nx - \frac{n \cdot n - 1}{2}$.

Die *Kupferplatten* werden gleichfalls folgende Progression bilden:

$$x-1; x-2; x-3; \dots \dots x-n,$$

deren Summe ist $nx - \frac{n \cdot n + 1}{2}$.

Die Total-Summe dieser Spannungen der *Zinkplatten* und der *Kupferplatten* ist $2nx - n^2$.

Sie muß im Zustande des Gleichgewichts Null seyn, wenn die Säule *isolirt* ist und bloß ihre ur-

springliche Menge von Electricität hat, die wir durch o ausgedrückt haben; denn alsdann können die obern Platten ihren Ueberschuss nur auf Kosten der untern erhalten. In diesem Falle wird also $2nx - n^2 = 0$; woraus sich ergibt $x = \frac{n}{2}$.

Dieses ist die Spannung der obersten Platte im Zustande des Gleichgewichts; die Spannung der untern Platte, welche $x - n$ ist, wird durch diesen

Werth von x folgende: $x - n = -\frac{n}{2}$.

Sie ist die nämliche wie die vorhergehende, mit Ausnahme des vorstehenden Zeichens.

Die Spannung der m^{ten} Zinkplatte, vom obern Ende der Säule an gerechnet, wird seyn:

$$x - (m - 1) \text{ oder } \frac{n}{2} - (m - 1).$$

Die Spannung von einer Kupferplatte, welche sich in gleich weiter Entfernung von dem untern Ende der Säule befindet, wird seyn:

$$x - n + m - 1 \text{ oder } -\frac{n}{2} + m - 1.$$

Sie ist die nämliche wie die vorherige, mit Ausnahme der Zeichen; und wenn daher die Säule isolirt ist und nur ihre natürliche Quantität von Electricität besitzt, so haben die von den Enden gleich weit entfernten Platten gleiche Electricität, die eine positive, die andere negative.

Ist eine Zinkplatte da, die sich in ihrem natürlichen Zustande befindet, so wird ihre Spannung

Null seyn; ihre Ordnung würde daher durch folgende Gleichung bestimmt: $\frac{n}{2} - (m-1) = 0$,

woraus sich ergibt $m = 1 + \frac{n}{2}$.

Soll m eine positive und ganze Zahl seyn, so muß n eine gerade Zahl seyn. Dann ist die Kupferplatte, welche die nämliche Spannung hat, mit entgegengesetzten Zeichen genommen, auch im natürlichen Zustande; und da ihre respectiven Entfernungen von den zwei Enden der Säule $1 + \frac{n}{2}$ sind, so werden sich beide Platten in der Mitte der Säule befinden.

II.

Steht die Basis einer Säule aus n Plattenpaaren mit der Erde in Verbindung, so erhält man für die Spannungen der Zinkplatten von oben herab folgende arithmetische Progression:

$$n; n-1; n-2; \dots 1;$$

deren Summe ist $\frac{n \cdot n + 1}{2}$.

Die Kupferplatten bilden von oben herab folgende Progression:

$$n-1; n-2; n-3; \dots 0;$$

deren Summe ist $\frac{(n-1) \cdot n}{2}$.

Addirt man diese Summen zusammen, so erhält man n^2 , als die Quantitäten von Electricität, welche die Säule über ihren gewöhnlichen Zustand

hat. Dieses ist nun die Ladung der Säule. Sie wird durch die Quadratzahl von n ausgedrückt, so wie die Spannung der obern Platte durch die erste Dignität von n . Es werden daher, bei sonst gleichen Umständen, die Phänomene, welche von der *Quantität* der Electricität abhängen, die sich in der Säule anhäuft, mit der Höhe der Säule schneller wachsen, als diejenigen, welche bloß von der *Spannung* abhängen.

III.

Die electrometrischen Zeichen sind bei einer *folirten* Säule sehr schwach; ja, es ist bei einer geringen Anzahl von Plattenpaaren gar nicht einmahl möglich, den Condensator merklich zu laden. Die Rechnung zeigt den Grund dieser Erscheinung sehr leicht, und wir wollen uns hierbei um so lieber verweilen, weil diese Resultate sehr geschickt sind, uns das Spiel des Condensators bemerkbar zu machen.

Es sey q die Capacität des sammelnden Tellers vom Condensator, und man nehme die Capacität einer von den Platten der Säule für die Einheit an; so werden Quantitäten von Electricität qa und a erforderlich seyn, um den Teller und die obere Endplatte der Säule in gleiche Spannung a zu versetzen. Es sey ferner die condensirende Kraft des Instruments $= i$, wenn seine beiden Teller aufeinander gesetzt sind, und der untere mit der Erde in Verbindung steht; so daß also eine durch b aus-

gedrückte Spannung bei der Verbindung der Teller, nach ihrer Trennung, bi wird.

Wenn die Säule *nicht isolirt* ist, so ist die Spannung der obersten Zinkplatte $= n$, (Anmerk. II.) Bringt man nun diese Platte mit dem sammelnden Teller des Condensators in Berührung, so wird sie ihm einen Theil ihrer Electricität abtreten; da sich aber dieser Verlust auf Kosten der Erde wieder ersetzt, so wird ihre Spannung die nämliche bleiben, und die Spannung des Condensators wird auch $= n$ werden. Die absolute Quantität, womit er geladen seyn wird, und die wir X' nennen wollen, steht im Verhältnisse seiner Capacität und condensirenden Kraft; man erhält daher für eine nicht-isolirte Säule $X' = qni$.

Ist im Gegentheile die Säule *isolirt*, so kann sich die obere Platte mit dem Condensator nicht ins Gleichgewicht setzen, ohne daß sich ihre Spannung verändert. Diese Spannung sey im Zustande des Gleichgewichts $= x$, so wird die durch den Condensator verschluckte Quantität $= qix$ seyn.

Die Summe der Spannungen aller Platten der Säule ist aber, (Anm. I,) $2nx - n^2$. Diese Summe nebst der Ladung des Condensators wird Null in einer isolirten Säule, welche nur ihre natürliche Quantität von Electricität hat. Man erhält daher zur Bestimmung von x folgende Gleichung:

$$2nx - n^2 + qix = 0,$$

woraus sich ergibt $x = \frac{n^2}{2n + qi}$.

Dieses ist der Ausdruck der Spannung für den obersten Theil der Säule. Man muß ihn durch q^i multipliciren, um die *Ladung des Condensators* mittelst der isolirten Säule zu haben. Nennt man diese X , so erhalten wir jetzt

$$X = \frac{n^2 q^i}{2n + q^i}.$$

Setzt man für q^i seinen Werth X' , so ergibt sich

$$X = X' \cdot \frac{n}{2n + q^i}.$$

Die GröÙe $\frac{n}{2n + q^i}$ ist nothwendig ein Bruch, der um desto kleiner wird, je stärker die Kraft des Condensators ist; daher ladet sich der Condensator weit schwächer, wenn die Säule isolirt, als wenn sie es nicht ist.

Man habe zum Beispiel 30 Paare Metallplatten; der Condensator besitze nur die Capacität von einer dieser Platten, und er condensire 120mahl, wie es der Voltaische thut; so wäre

$$n = 30; q = 1; i = 120;$$

$$\text{folglich } X = \frac{1}{8} X'.$$

Die Ladung des Condensators ist daher an der isolirten Säule 6mahl kleiner, als an der nicht-isolirten.

Die Capacität des sammelnden Tellers ist gewöhnlich größer als 1. Setzen wir solche = 4, indess die andern angenommenen GröÙen unverändert bleiben, so findet man $X = \frac{1}{18} X'$.

Folglich ist die Ladung in diesem zweiten Falle achtzehnmahl geringer, als im ersten.

Wenn bei einer isolirten Säule die Zahl der Plattenpaare gerade ist, so müssen sich in ihrer Mitte 2 Platten befinden, die eine von Zink, die andere von Kupfer, welche in ihrem natürlichen Zustande sind. Dieses hat nicht mehr auf dieselbe Weise statt, wenn der Condensator an dem obern Theile der Säule angebracht ist; dadurch verändert sich der Punkt des Ueberganges von der positiven Electricität zur negativen. Nach I ist die Spannung der m^{ten} Zinkplatte, vom obersten Theile der Säule an gerechnet:

$$x = (m - 1).$$

Soll diese Spannung Null werden, so müßte $m = 1 + x$ seyn. Oder setzt man für x dessen Werth $\frac{n^2}{2n + qi}$, so müßte $m = 1 + \frac{n^2}{2n + qi}$ seyn.

Der Werth von m , und folglich die Ordnung derjenigen Platte, die sich im natürlichen Zustande befindet, hängen folglich, wie man sieht, von der Anzahl der Platten und der Stärke des Condensators ab. Ferner muß noch, wenn die verlangte Bedingung möglich seyn soll, m eine ganze Zahl seyn. — So würde in einem der vorigen Beispiele, wo $n = 30$, $q = 1$, $i = 120$ war, $m = 6$ seyn; das heißt, es würde sich die 6te Zinkplatte, vom obern Ende an gezählt, im natürlichen Zustande befinden. Aber ohne die Wirkung des Condensators würde $m = 16$, und folglich erst die 16te Platte, von oben herunter, im natürlichen Zustande gewesen seyn.

Ueberhaupt wird, wenn n unverändert bleibt, der Werth von m in dem Verhältnisse kleiner, wie qi zunimmt. Der Uebergang der positiven Electricität zur negativen in der Säule geschieht daher desto näher an dem obern Ende, je stärker der an diesem Ende angebrachte Condensator ist.

Wäre qi unendlich, so wäre $m = 1$; das heist, wenn die Stärke des Condensators ansehnlich genug ist, daß die Electricität, womit ihn die Säule ladet, keine merkliche Spannung bei ihm hervorbringt, so wird er alle diese Electricität verschlucken; die Säule wird negativ werden, und nur die oberste Platte wird sich im natürlichen Zustande befinden. Dies ist der Fall bei einer Säule, die an ihrer Basis isolirt ist, und deren oberste Zinkplatte mit der Erde in Verbindung steht.

Wir wollen nun sehen, was geschehen würde, wenn der Condensator, statt an dem obersten Theile der Säule, an irgend einer Zinkplatte, deren Entfernung, vom obern Ende der Säule gerechnet, m wäre, angebracht würde. Die Spannung dieser Platte ist, nach I, $x - (m - 1)$; und folglich wäre dann die Ladung des Condensators $qi \cdot (x - (m - 1))$. Addirt man hierzu die Summe der Quantitäten der in der Säule enthaltenen Electricität, welche $2nx - n^2$ beträgt, so müßte die Summe im Zustande des Gleichgewichts Null seyn. Dies giebt zur Bestimmung von x folgende Gleichung:

$$2nx - n^2 + qi(x - (m - 1)) = 0,$$

woraus sich ergibt

$$x = \frac{n^2 + qi(m-1)}{2n + qi}.$$

Hieraus sieht man, daß sich in der obern Platte die Spannung nach Beschaffenheit der Lage des Condensators verändert. Ist $m = 1$, oder wird der Condensator am obersten Theile der Säule ange-

bracht, so wird, wie zuvor, $x = \frac{n^2}{2n + qi}$.

Vermitteltst dieser Formeln kann man bei einer gegebenen Lage des Condensators, die Ordnung einer in ihrem natürlichen Zustande der Electricität sich befindenden Platte finden. Denn wenn man diese Ordnung, vom obersten Ende an gerechnet, $= m'$ setzt, so ist $m' = 1 + x$,

$$\text{oder } m' = 1 + \frac{n^2 + qi(m-1)}{2n + qi}.$$

Um dem Gesetze dieser Veränderungen noch ferner nachzuspüren, bemerke man, daß, wenn $m - 1$ kleiner ist als $\frac{n}{2}$, der Condensator an der obern Hälfte der Säule angebracht sey, hingegen an der untern Hälfte, wenn $m - 1$ diese GröÙe übersteigt. Ist $m - 1 = \frac{n}{2}$, so ist der Werth

$$x = \frac{n^2 + qi(m-1)}{2n + qi},$$

theilbar durch $2n + qi$, und giebt als Quotienten

$$x = \frac{n}{2};$$

das heißt, wenn man den Condensator in der Mitte der isolirten Säule anbringt, so ist nicht nur die Spannung der obern Platte die nämliche wie zuvor, sondern auch die Ladung des Condensators $qi (x - (m - 1))$

wird dann folgende seyn: $qi \left(x - \frac{n}{2} \right)$,

und wird, nach Substituierung des vorigen Werths von x , $= 0$. Folglich wird der Condensator gar keine Electricität annehmen.

Setzen wir $m - 1 = \frac{n}{2} - \omega$,

wo ω in der obern Hälfte der Säule positiv, in der untern aber negativ ist, so erhalten wir für x folgenden Ausdruck:

$$x = \frac{n}{2} - \frac{qi \cdot \omega}{2n + qi}.$$

So lange ω positiv bleibt, wird x kleiner als $\frac{n}{2}$ seyn;

wird aber ω negativ, so wird es größer als $\frac{n}{2}$. Da-

her nimmt die Spannung der obersten Platte ab, wenn man den Condensator an der obern Hälfte der Säule anbringt; sie wird hingegen stärker, wenn dies an der untern Hälfte geschieht.

Die Ladung des Condensators wird ausgedrückt durch

$$qi (x - (m - 1)).$$

Setzt man nun $\frac{n}{2} - \omega$ für $m - 1$, so haben wir

$$qi \left(x - \frac{n}{2} + \omega \right).$$

Substituiren wir endlich für x seinen Werth, und drücken wir die Ladung des Condensators durch X aus, so findet man

$$X = \frac{2n\omega}{2n + qi}.$$

X ist daher positiv oder negativ, je nachdem ω das eine oder andere ist. Daher ladet sich der Condensator positiv, wenn man ihn an der obern Hälfte der Säule anbringt; er wird hingegen negativ geladen, wenn man ihn mit der untern Hälfte derselben verbindet.

Der Werth von x , der die Spannung der obersten Platte ausdrückt, ist, wie wir so eben gefunden haben, folgender:

$$x = \frac{n}{2} - \frac{qi\omega}{2n + qi}.$$

Wenn der Condensator an der untersten Zinkplatte der Säule angebracht ist, so wird

$$\omega = -\frac{n}{2} + 1;$$

folglich $m = n$, und

$$x = \frac{n}{2} \left(1 + \frac{qi}{2n + qi} \right) - \frac{qi}{2n + qi};$$

folglich wird dann der Ausdruck für die Spannung der letzten Kupferplatte, welche $x - n$, folgender:

$$x - n = \frac{n}{2} \left(-1 + \frac{qi}{2n + qi} \right) - \frac{qi}{2n + qi}.$$

Ist die Stärke des Condensators unendlich, so wird

$$\text{die GröÙe } \frac{qi}{2n + qi} = 1,$$

daher ist dann $x - n = -1$; $x = n - 1$.

Das heißt, wenn die Stärke des Condensators beträchtlich genug ist, daß die Electricität, welche die Säule an ihn abtritt, keine merkliche Spannung in dem sammelnden Teller hervorbringt, so wird er alle negative Electricität neutralisiren, ausgenommen die von der untern Platte. Die Zinkplatte, woran der Leiter angebracht ist, wird sich im natürlichen Zustande befinden; die unmittelbar darunter liegende Kupferplatte wird -1 haben und der Rest der Säule positiv seyn. Dies ist der Fall bei einer Säule, welche mit Kupfer anfängt und sich mit Zink endigt, und wo die erste Zinkplatte, von der Basis an gerechnet, mit der Erde in Verbindung steht.

Es ließen sich noch mehrere Erscheinungen der Voltaischen Säule der Rechnung unterwerfen; allein um diese auf genauere Data gründen zu können, würden vorher sehr genaue Versuche erfordert. Daher begnügen wir uns für jetzt damit, gezeigt zu haben, auf welche Weise man zu solchen Berechnungen gelangen kann.

II.

Ueber

die sogenannte galvanische Electricität,

von

ALEXANDER VOLTA,

Professur der Physik zu Pavia.

Vorgelesen in der Sitzung der physik. und mathem.
Klasse des National-Instituts am 21sten Nov. 1801,
(30sten Brumaire Jahr 10.)*)

Ich habe zwar schon in einer andern Vorlesung **) die Gründe auseinandergesetzt, warum ich das *galvanische Fluidum* oder *Agens* für einerlei mit dem *eigentlichen electrischen Fluidum* halte, und glaube die Identität beider durch so bestimmte und entscheidende Versuche dargethan zu haben, daß sich an ihr nicht mehr zweifeln läßt. ***) Doch hat es nichts auf sich, wenn man bei der an sich falschen

*) Aus dem Abdrucke dieser Vorlesung in den *Annales de Chimie*, t. 40, p. 225 — 256, zusammengezogen vom Herausgeber.

**) Wahrscheinlich die vom 7ten Nov., (vergleiche *Annalen*, IX, 493.) d. H.

***) Man vergl. *Annalen*, IX, 379 und 492, so wie die Schreiben des Hrn. Dr. van Marum im zweiten Hefte des gegenwärtigen Bandes, besonders S. 131, und den Aufsatz des Herrn Prof. Pfaff eben daselbst. d. H.

Annal. d. Physik. B. 10. St. 4. J. 1802. St. 4.

Ff

Benennung: *galvanische Electricität*, die ihr einige Physiker gegeben haben, oder *galvanisches Fluidum*, welchen Namen andere beibehalten möchten, bleiben will, wofern man nur über die Thatfachen einig ist. *) Um zu diesem Zwecke zu gelangen, und alle müßigen Einreden zu endigen, scheint es mir nöthig zu seyn, einige wenig bekannte oder vergessene Grundsätze hervorzuziehn, und mittelst ihrer Schwierigkeiten und Einwürfe gegen meine Theorie zu beantworten, die ich zwar bisher mit

*) Unstreitig hat Volta weit mehr Antheil an der Entdeckung dieser, von der gewöhnlichen Electricität zwar nicht der Art nach verschiedenen, doch auf eine ganz eigenthümliche Weise erregten Electricität, als Galvani, der ihre Natur und Gesetze noch nicht ahndete. Mit mehrern Rechte würde man sie daher *voltaische Electricität* als *galvanische Electricität* nennen; und in der That möchte ich jene Benennung, wenigstens als synonym mit der letztern, in Vorschlag bringen, wozu ich mich einigermaßen berechtigt halte, da die Annalen nicht wenig beigetragen haben, die Benennung: *galvanische Electricität*, welche selbst Volta in der Ueberschrift dieses Aufsatzes wählt, in Umlauf zu setzen, (vergl. *Annalen*, VI, 469.) Volta nannte sie bisher *Métall-Electricität*, scheint aber das Unpassende dieses Namens beim Verfolge seiner Theorie immer lebhafter gefühlt zu haben, da nicht bloß Metalle, sondern alle festen, ja selbst flüssige Leiter in gehöriger Verbindung, sie eben so wie Metalle erregen können. d. H.

Stillschweigen übergangen bin, aber nicht übersehn habe. *) Man kann daher diesen Aufsatz als eine Fortsetzung des vorhin erwähnten, oder wenn man will, als einen Theil mehrerer anderer Abhandlungen, die ich allmählig bekannt zu machen denke, ansehen, ob er gleich für sich selbst ein vollständiges Ganzes ausmacht.

1. Die Haupteinwürfe gegen die Identität des galvanischen und electricischen Fluidums, (welche denen, die in der Lehre von der Electricität, besonders in der *Electrometrie*, fremd sind, allerdings bedenklich scheinen müssen,) werden von Folgendem hergenommen: a. Von dem gänzlichen Mangel einiger und von der Geringfügigkeit anderer Symptome der Electricität, indess die Schläge und Sensationen, die durch den Contact verschiedenartiger Metalle, (Zink und Silber,) und besonders durch Vereinigung mehrerer solcher Metallpaare mittelst feuchter Leiter hervorgebracht werden, sehr empfindlich und schmerzhaft sind. — b. Von dem Unvermögen verschiedner Stoffe, die man für treffliche electricische Leiter hält, z. B. verdünnte Luft, die Flamme u. s. w., die Action der einfachen oder der zusammengesetzten galvanischen Kette durch sich hindurch zu lassen. — c. Von der bewundernswürdigen Zersetzung des Wassers in meinem Apparat, welche man einer so schwachen Electricität, die selbst für das empfindlichste Electrometer un-

*) Vergl. *Annalen*, IX, 380.

d. H.

merkbar ist, zuzuschreiben ansteht, da die stärksten Entladungen der mächtigsten Electrifikationsmaschinen, und die schnellsten, noch so lange fortgesetzten electrischen Strömungen, sie so nicht zu bewerkstelligen vermögen.

2. Um diese Einwürfe vollständig zu heben, scheint es mir nöthig zu seyn, mit möglichster Genauigkeit den Grad der Electricität, welche in der Berührung zweier verschiedenartiger Metalle regiert, zu bestimmen. Ich wähle dazu die beiden Metalle, die sich am meisten entgegengesetzt, und daher verhältnißmäßig am wirksamsten sind: Silber und Zink. *) Beide wohl gereinigt und polirt, mit einander in einem oder mehrern Punkten in unmittelbare Berührung gebracht, verlieren ihr electrisches Gleichgewicht; das electrische Fluidum zieht sich aus dem Silber nach dem Zinke, wird in jenem verdünnt, in diesem verdichtet, und erhält sich in ihnen in diesem Zustande von Verdünnung und Verdichtung, wofern sie nicht mit andern Leitern in Verbindung stehn, die, dem Gesetze des electrischen Gleichgewichts gemäß, jenem die fehlende Electricität zuführen, aus diesem die angehäuften

*) Die electrische Wirksamkeit beider Metalle wird keinesweges geschwächt, vielmehr in gewissem Grade erhöht, wenn das Silber mit etwas Kupfer legirt ist, wie es in den meisten Silbermünzen zu seyn pflegt; oder wenn man den Zink mit Zinn vermischt, oder Zink mit einem Antheile Zinn und Blei amalgamirt.

ableiten. Bis auf welchen Grad wird nun das electriche Fluidum hierbei aus seiner Stelle getrieben oder impellirt; im Silber vermindert, im Zinke vermehrt? Mein Strohthalm - Electrometer zeigt im Silber $\frac{1}{20}$ Grad negative, und im Zinke $\frac{1}{20}$ Grad positive Electricität. *) Ich werde weiter unten die Belege hierzu liefern. **)

3. Eine electriche Spannung, die kaum auf $\frac{1}{20}$ Grad steigt, ist offenbar viel zu geringe, um an einem Strohthalm - Electrometer, oder selbst an Bennet's Goldblatt - Electrometer wahrgenommen zu werden, ungeachtet dieses, das feinste aller Electrometer, viermahl empfindlicher als jenes ist.

*) Im Originale steht die entgegengesetzte Aussage, aber nur durch einen offenbaren Schreib- oder Druckfehler.

**) Ich habe dieses Strohthalm - Electrometer umständlich in meinen Briefen an Prof. Lichtenberg über die electriche Meteorologie beschrieben. (Alex. Volta's meteorol. Briefe; a. d. Italian. übersetzt, B. 1, Leipzig 1793. 8.) Es gleicht sehr den Electrometern Cavallo's und Saussure's, nur daß ich statt der beiden Metalldrähte mit Holundermark - Kugeln, zwei dünne, 3 Zoll lange cylindrische Strohhalme nehme, die an einem feinen Drahte in dem Glase hängen. Es hat einen gleichförmigern Gang als jene, und die Grade von Electricität lassen sich besser längs der ganzen Ausdehnung der Scale messen. Entfernen sich die Enden um $\frac{1}{2}$ Linie von einander, so ist das eine Divergenz von 1° . Volta.

Doch kann ich diese so geringe Electricität an beiden merkbar machen, ja selbst ihre Art, ob sie positiv oder negativ ist, bestimmen, wenn ich dabei den *Condensator* zu Hülfe nehme; ein Instrument, dessen Construction die sorgfältigste Aufmerksamkeit verdient. *)

4. Der beste *Condensator*, den ich am häufigsten brauche, besteht aus zwei Messingscheiben, jede von 2 bis 3 Zoll Durchmesser, deren Oberflächen gut gereinigt, aufeinander abgerieben und polirt sind, so dals sie genau aufeinander schliessen. Die Flächen, welche bestimmt sind, aufeinander zu liegen, werden mit einer sehr dünnen Lage von Siegelack, oder noch besser von Lack-, Copal- oder Bernsteinfirnis überzogen, welche sie zwar hindern, sich unmittelbar zu berühren, nicht aber, sich einander möglichst zu nähern, welches bei so geringer Electricität besonders nöthig ist. An der entgegengesetzten Seite haben sie in ihrer Mitte gläserne, mit Siegelack überzogne Handgriffe, damit

*) Dieses Instrument, das ganz meine Erfindung ist, und das ich in den englischen *Transactions*, in *Rozier's Journal de Physique*, in meinen meteorologischen Briefen u. s. w. beschrieben habe, ist zwar allen Physikern bekannt; doch wird es nicht immer mit der Aufmerksamkeit und Vorsicht gebraucht, welche zum Glücke der folgenden Versuche, die ich in Gegenwart mehrerer, welche sie zu sehn wünschten, oft wiederholt habe, unumgänglich nöthig sind. *Volta.*

man sie völlig isolirt erhalten, und sie isolirt von einander entfernen könne. Man kann eben so gut auch andere Metallscheiben nehmen, ja selbst hölzerne Scheiben, die man ganz oder zum Theil mit Stanniol oder Blattfilber bekleidet, und mit Wachsleinwand oder Taffent überzieht, und zwar haben letztere den Vorzug, daß sie sich von beträchtlicher Gröfse machen lassen, ohne zu schwer zu werden. Allein, diese Art von Condensator ist von einem sehr viel eingeschränktern Gebrauche; sammelt sich gleich auch hier die Electricität in der einen Scheibe, vermöge der Einwirkung der entgegengesetzten Electricität in der andern, mit der Erde in leitender Verbindung stehenden Scheibe, der eigenthümlichen Wirkung der electrischen Atmosphären gemäfs an; so zerstreut sie sich doch sehr schnell, und geht in wenigen Minuten oder Sekunden in die andere Scheibe über, wofern ihr Ueberzug nicht außerordentlich trocken ist; und besonders ist Wachsleinwand ein sehr schlechtes Trennungsmittel. In Scheiben, die mit Siegellack oder Harzfirnis überzogen und gehörig trocken sind, erhält sich dagegen die angesammelte Electricität, bei nicht allzufeuchter Luft, mehrere Stunden lang.

5. Mit einem solchen Condensator stelle ich nun folgende Versuche an: Ich bringe zwei gleiche Scheiben Z aus Zink und S aus Silber, (z. B. eine Münze,) zur Hälfte übereinander, daß die Peripherie der einen durch das Centrum der andern geht, und befestige sie in dieser Lage mittelst einer Schraube,

eines durchgeschlagenen Nagels, oder durch Löthung, so daß sich kein fremder Körper zwischen ihnen befindet. Darauf fasse ich die Zinkscheibe *Z* mit den Fingern, und bringe die Silberscheibe *S* einige Zeit lang mit dem Deckel des Condensators, dessen untere Platte mit dem Boden verbunden ist, in Berührung, wobei sich die Electricität des Silbers in ihm anhäuft, seiner Capacität und der Kraft entsprechend, welche ihm die Einwirkung der untern Platte ertheilt, wie ich das in meiner Theorie dieses Instruments gezeigt habe. Nehme ich nun die Silberscheibe fort, und hebe den Deckel des Condensators ab, so zeigt er, mit dem Hute meines Strohhalin - Electrometers in Berührung gebracht, an diesem Electrometer 2, 3, wohl selbst 4 Grad *negativer* Electricität. *)

*) Wenn sich die Strohhalimchen meines Electrometers um 2° , mithin ihre untern Enden um 1 Linie von einander entfernen, (2. Anm.) so läßt sich nicht bloß diese Spannung, sondern auch aus ihrem Zusammengeh'n oder Entfernen, wenn man ihnen eine geriebne Siegellack- oder Glasstange nähert, selbst die Art der Electricität, schon recht wohl erkennen. Bei 3 bis 4° , wo sich die Strohhalimchen um $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien entfernt haben, ist beides noch mehr in die Augen fallend; und man bedarf dazu keines Goldblatt - Electrometers, das um 4 bis 8 Linien divergiren, und dabei leicht an die Wände des Glases anschlagen würde.

6. Fasse ich dagegen das Silberstück S mit den Fingern, und bringe das Zinkstück Z mit dem Deckel des Condensators in Berührung; so zeigt der ansammelnde Deckel am Strohhalmelectrometer 3 bis 4 Grad *positiver* Electricität.

7. Hierbei muß jedoch bemerkt werden, dals, wenn der Deckel des Condensators aus Kupfer besteht, der Zink ihn nicht unmittelbar berühren dürfe: denn das Kupfer treibt das electrische Fluidum fast mit gleicher Stärke als das Silber dem Zinke zu, so dals dieser sich dann zwischen zwei fast gleichen, einander entgegen wirkenden Kräften befinden würde, bei denen sich im Deckel nur höchst wenig, kaum wahrnehmbare Electricität anhäufen könnte. Man muß dann zwischen beide einen *Leiter zweiter Klasse*, d. i. einen feuchten Körper, bringen, da diese anderer Natur sind, und in der Berührung mit den Metallen ein sehr viel geringeres Erregungsvermögen, als zwei Metalle gegenseitig besitzen. Gewöhnlich lege ich ein Stück nass gemachter Pappe auf den colligirenden Deckel, und bringe damit den Zink in Berührung. Das electrische Fluidum, welches unaufhörlich vom Silber zum Zinke getrieben wird, strömt nun, ohne Widerstand zu finden, durch den feuchten Leiter in den colligirenden Deckel, und dieser äußert nun beim Aufheben ungefähr 3° *positiver* Electricität, während bei unmittelbarer Berührung zwischen dem Zinke und dem Kupferdeckel keine Wirkung wahrzunehmen ist.

8. Wenn der Condensator-Deckel aus Kupfer mit dem Silber in Berührung steht, so gelingt der Versuch ohne Dazwischenkunft eines feuchten Leiters, (5,) weil diese beiden Metalle fast eine gleiche electriche Kraft besitzen, und in ihrer gegenseitigen Berührung nur ein sehr schwacher Andrang vom Silber nach dem Kupfer entsteht, der es nicht zu hindern vermag, das, vermöge des entgegengesetzten Andrangs vom Silber zum Zinke, das electriche Fluidum aus ersterm in den letztern überströme. Das seiner Electricität beraubte Silber entzieht dem Deckel Electricität, und so zeigen sich endlich in diesem ungefähr 5° *negativer* Electricität.

9. Diese und ähnliche Versuche scheinen mir darzuthun, das die Kraft, welche das electriche Fluidum impellirt, nicht in der Berührung eines der Metalle mit einem feuchten Leiter, sondern in der gegenseitigen Berührung beider Metalle, in ihrem Berührungspunkte, ihren Ursprung hat. Denn der erste und zweite Versuch, (5, 6 und 7,) zeigen, das der Condensator mit ungefähr 3° Electricität geladen wird, gleich viel, ob die Zwischenwirkung eines feuchten Leiters ins Spiel tritt oder nicht.

10. Das die Berührung des Metalles und der Finger an dieser Erregung der Electricität keinen Antheil habe, zeigt sich sogleich, wenn man die Versuche so anstellt, das die Finger oder andere feuchte Leiter ganz ausser Spiel bleiben. Zu dem Ende braucht nur, während die eine Metallplatte

den Deckel des Condensators berührt, die Capacität der andern isolirten sehr erhöht zu werden, welches z. B. geschieht, wenn man sie mit der innern Belegung einer nicht geladenen Leidener Flasche in Berührung setzt, die nicht isolirt seyn muß, um viel Electricität aufnehmen zu können. Dann ladet sich der Deckel des Condensators, zwar nicht, wie zuvor, bis zu 3° , aber doch wenigstens, nach Verschiedenheit der Umstände, bis auf 1 oder 2° — E oder $+E$, je nachdem er mit dem Silber oder dem Zinke in Berührung steht.

11. Schon vor mehreren Jahren, (in meinen Briefen an Gren 1796 und an Aldini 1798, die man in Brugnatelli's Annalen der Chemie findet, *) habe ich ein anderes Verfahren beschrieben, welches mir dieselben Resultate gegeben hat. Zwei mit isolirenden Handgriffen versehene Platten, eine von Zink, die andere von Silber, die genau zusammenpalsten und wohl polirt waren, (und eben dadurch, abgesehn von ihrem Vermögen, Electricität zu erregen, fähig wurden, zugleich als Condensator zu wirken, wie ich das in den angeführten Briefen weiter auseinander gesetzt habe,) zeigten, als sie eine Zeit lang aufeinander gelegen hatten, beim Trennen an meinem Strohalm-Electrometer ungefähr 3° Electricität, der Zink positive, das Silber negative. Da hier der Erfolg ohne alle Zwi-

*) Uebersetzt in Ritter's Beiträgen zum Galvanismus, B. 1, St. 3. d. H.

schenwirkung feuchter Leiter statt findet, welcher Ursach läßt sich da der Impuls der electricischen Flüssigkeit anders, als lediglich der gegenseitigen Berührung verschiedenartiger Metalle zuschreiben?*)

12. Wird das electriche Fluidum denn abergar nicht in der Berührung eines *Metalles* mit einem *feuchten Leiter* impellirt und erregt? Dafs dieses wirklich geschieht, habe ich durch viele andere Versuche bewiesen, die man in den erwähnten Briefen beschrieben findet. Nimmt man zum feuchten Leiter *reines oder salziges Wasser*, so ist indess dieser Impuls so äusserst schwach, dafs er sich mit dem Impulse bei zwei verschiedenartigen Metallen, wie Zink und Silber oder Kupfer, nicht vergleichen läßt. Einige *concentrirte Säuren*, einige *alkalische Flüssigkeiten*, die *Schwefelalkalien* u. s. w. machen hierbei jedoch eine Ausnahme, da sie in der Berüh-

*) Um hierbei noch auffallendere Zeichen von Electricität zu erhalten, bringt Volta, nachdem die isolirten Scheiben aus Zink und Kupfer in Berührung gewesen, und getrennt worden sind, die eine mit dem Deckel, und zugleich die andere mit der untern Platte eines Condensators, der auf einem Electrometer liegt, in Berührung, und wiederholt dieses 10- bis 20mahl. Hebt er dann den Deckel des Condensators auf, so divergirt das Electrometer an der untern Platte des Condensators um 10 bis 20 Grad. (Volta's Brief an Delametherie im *Journal de Physique*, t. 53, p. 311.)

d. H.

rung mit verschiedenen Metallen eine sehr merkliche Impulsion bewirken.

13. So wurde fast einerlei Menge von negativer Electricität, nämlich 3° , im kupfernen Deckel des Condensators angehäuft, die Silberscheibe mochte ihn im ersten Versuche, (5.) unmittelbar, oder mittelst einer mit Wasser genässten Pappe berühren. Und gerade so viel positive Electricität, 3° , häufte sich in ihm auf, wenn die Zinkscheibe mit der nas- sen auf ihm liegenden Pappe in Berührung gewesen war, (7.)

14. Da zwei sich berührende Platten Zink und Silber, gleich viel, welches ihre Grösse und Gestalt ist, stets einem guten Condensator, von der Art wie ich ihn beschrieben habe, diese Grade von Electricität mittheilen,*) und ich die ansammelnde Kraft

*) Es kommt hierbei, bemerkt Volta im *Journal de Physique*, a. a. O., keinesweges auf die Grösse der Fläche an, in der sich beide Metalle berühren; geschieht die Berührung auch nur in einigen Punkten, so ist doch die electricische Spannung bei Zink und Kupfer $\frac{3}{8}$ Grad des Strohhalmelectrometers, und bei Zink und Silber ein klein wenig grösser. Dieses beweist Volta mittelst verschiedner Paare Zink- und Kupferplatten, deren Platten beide gleich und ähnlich, oder von sehr ungleicher Grösse oder Gestalt, und bald nur in einigen Punkten, bald in grössern Flächen in Berührung, bald an den Enden zusammenge- löthet sind. Alle diese Plattenpaare geben mit-

des Condensators, dessen ich mich bediene, mit grosser Genauigkeit durch Versuche bestimmt habe, welche hier anzuführen zu weitläufig seyn würde;*) so war es mir nun leicht, die Intensität oder Spannung zu bestimmen, welche die Electricität in einer Zink- und einer Silberplatte, die sich berühren, haben muß; Spannungen, die sich in ihnen erhalten oder erneuern, so lange die Platten in Berührung bleiben oder aufs neue in Berührung gebracht werden. Ein Condensator, der die Electricität bis zum 120fachen anhäuft, bringt so z. B. nach der Berührung mit einer der beiden Platten, das Electrome-

ter des Condensators gleichmäfsig, eine wie die andere, Spannungen von $\frac{1}{80}$ Grad. *d. H.*

*) Ein solches Mittel ist unter andern folgendes: Ich theile dem Deckel des Condensators, während er auf der untern Platte steht, die mit der Erde verbunden ist, mittelst einer Leidener Flasche, die bis auf 1, 2 oder 3° meines Strohalm-Electrometers geladen ist, eine gleich starke Electricität von 1, 2 oder 3° mit, und beobachte dann den Grad der Electricität, den der Deckel nach dem Aufheben am Electrometer zeigt. Je nachdem dieser um das 100- oder 150fache gröfser ist, hatte sie sich im Condensator bis zum 100- oder 150fachen angehäuft und condensirt. Da die Capacität des Strohalm-Electrometers zu eingeschränkt ist, um eine so grofse Menge von Electricität zu fassen, so bediene ich mich hierbei eines Quadranten-Electrometers, dessen Scale sich leicht mit jenem vergleichen läfst. *Volta.*

ter zu einer Divergenz von 2° ; woraus ich schliesse, daß die electriche Spannung des colligirenden Deckels, so lange er auf der untern Platte des Condensators aufstand, 120mahl kleiner, mithin nur von $\frac{1}{60}$ Grad gewesen sey, und daß die Zink- oder Silberscheibe, die während dieser Zeit mit ihm in Berührung war, wenigstens dieselbe electriche Spannung gehabt haben müsse, weil sie sie diesem Deckel hat mittheilen können, so wie sie sie jedem andern Leiter, selbst der Leidener Flasche, wie wir weiterhin sehen werden, mittheilt. Dasselbe schliesse ich daraus, daß bei einer 180-, 240-, 300fachen Condensirung, (die sich leicht in einem guten Condensator, dessen Platten gehörig polirt und überfirnist sind, erhalten läßt,) das Strohalm-Electrometer um 3, 4, 5 Grade divergirt; welches gleichmäfsig auf $\frac{1}{60}$ Grad Spannung in der Scheibe deutet, die man mit dem Deckel des Collectors in Berührung gebracht hat.

15. Dieses sind die Resultate, die ich erhalte, auf so verschiedne Art ich auch die beschriebnen Versuche abändere. Sie beweisen insgesammt, daß die *electriche Spannung*, die in der gegenseitigen Berührung von Zink und Silber in jedem dieser beiden Metalle entsteht, $\frac{1}{60}$ Grad eines Strohalm-Electrometers beträgt, und im Zinke *positiv*, im Silber *negativ* ist. Andere Metalle geben in ihrer gegenseitigen Berührung eine um so geringere Spannung, je weniger sie in dem Vermögen, Electricität zu erregen, von einander verschieden sind, und je näher

sie in folgender Reihe oder Stufenfolge neben einander stehen: Silber, Kupfer, Eisen, Zinn, Blei, Zink; *) in welcher Ordnung das electrische Fluidum stets vom Vorhergehenden zum Folgenden getrieben wird. Es giebt indess einige Materien, welche die Electricität noch mit mehr Kraft, als das Silber, den andern Metallen, besonders dem Zinke, zuzutreiben scheinen; nämlich *Reisblei*, mehrere Arten von *Kohle*, und besonders der *schwarze krySTALLisirte Braunstein*. Letzterer erzeugt in seiner Berührung mit dem Zinke fast eine doppelt so große Spannung als Silber und Zink, nämlich eine Spannung von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{15}$ Grad.

16. Es ist leicht abzusehn, daß die Zinkplatte, wenn sie mittelst eines wässrigen Leiters mit dem Deckel des Condensators in Verbindung steht, diesem nur dann so viel Electricität, daß er bis zur Spannung von $\frac{1}{20}$ Grad gelangt, zuführen kann, wenn das Silberstück entweder zwischen den Fingern gehalten wird, oder mit der Erde frei verbunden ist, oder wenn sie mit einem sehr großen Leiter oder viel fassenden Recipienten, wie z. B. mit einer großen Leidener Flasche u. dergl., in Verbindung steht. Denn wäre die Silberscheibe isolirt, so könnte sie dem Zinke und dem Condensator nicht mehr Electricität

*) Man findet in meinen Abhandlungen diese Stufenfolge auf viel mehrere Metalle und Halbmatalle, selbst auf Kiese, Kohlen u. s. w., ausgedehnt.
Volta.

electricität ablassen, als durch die sie auf eine Spannung von $\frac{1}{20}$ Grad käme. Gute Leiter müssen ihr die Electricität, die sie verliert, immer wieder zuführen; nur dann kann sich die Electricität im Condensator in dem angezeigten Grade anhäufen. — Dasselbe ist umgekehrt der Fall, wenn das Silber den Condensator berührt. Denn bliebe dabei der Zink isolirt, so nähme er aus dem Silber und dem Condensator nicht mehr als das Wenige von Electricität auf, welches die Zinkscheibe auf $\frac{1}{20}^{\circ} + E$ bringt, als das *Maximum* möglicher Spannung.

17. Man sieht hieraus, daß, wenn sich gleich zwei verschiedene Metalle berühren, sie doch, selbst mittelst des besten Condensators, keine Spur von Electricität geben können, wofern nicht, während das eine Metall mit dem Condensator in Verbindung ist, das andere mit einem großen Leiter, oder mit einem Recipienten von hinlänglicher Capacität in leitender Verbindung steht. Und doch habe ich 1796 ziemlich beträchtliche Zeichen von Electricität, lediglich mittelst des Contacts zweier verschiedener isolirter Metalle, ohne Mitwirkung eines andern Leiters, oder selbst des Condensators, erhalten. Allein da in diesem Versuche die beiden Metalle sich in großen, wohl polirten Flächen berührten, so verrichteten sie zugleich das Geschäft von *Erregern* und von *Condensator*, wie das in den Abhandlungen bewiesen ist, die ich 1797 bekannt gemacht habe. Man findet in ihnen mehrere Versuche mit verschiedenen Metallplatten, die, wenn man sie in Berührung

setzt, und darauf wieder trennt, am Electrometer sehr merkliche Zeichen von Electricität geben.

18. Alle diese Versuche, nach welchen die Zinkscheibe wiederum 2, 3, 4° + E , die Silberscheibe eben so viel Grade — E zeigte, folgen aus denselben Principien, nämlich daraus, daß in der Berührung die Electricität vom Silber in den Zink so lange getrieben wird, bis eine Spannung von etwa $\frac{1}{20}$ Grad Electricität, negativer im erstern, positiver im letztern, entsteht. *) Die Menge von Electricität, welche, um diese Tension hervorzubringen, der einen Scheibe von der andern mitgetheilt wird, ist um so größer, da sie, vermöge ihrer großen Nähe, (dem gegenseitigen Conter-Balanciren der entgegengesetzten Electricitäten entsprechend,) die Stelle vortrefflicher Condensatoren vertreten.

19. So ist es also auf alle Art bewiesen, daß die *electriche Spannung*, die positive im Zinke, wie die negative im Silber, ungefähr $\frac{1}{20}$ Grad des Strohhalm-Electrometers beträgt, und daß sie sich in diesem Zustande während der ganzen Zeit erhält, in der diese beiden Metalle sich berühren, wofern diese nicht mit andern Leitern in Verbindung stehn, welche das erregte electriche Fluidum aufnehmen oder fortleiten.

*) Einige Versuche hatten mich anfangs glauben gemacht, diese Spannung steige nur bis auf $\frac{1}{10}$ Grad des Strohhalm-Electrometers. Allein ich habe mich seitdem überzeugt, daß sie viel stärker, und so ist, wie ich sie hier angebe. *Volta*,

20. Der überzeugendste Beweis, daß dieses die wahre Spannung ist, welche diese beiden Metalle in ihrer gegenseitigen Berührung bewirken, erhielt ich durch eine Menge von Versuchen, worin ich statt Eines Paares mich *mehrerer Paare* solcher sich berührender Metalle, Zink und Silber, oder Zink und Kupfer, bediente. Je nachdem ich 2, 3, 4 solcher Paare nahm, erhielt ich die 2fache, 3fache, 4fache Spannung, d. h. Spannungen von $\frac{2}{80}$, $\frac{3}{80}$, $\frac{4}{80}$ Grad; Gröſſen, die ich mittelst meines Condensators verificirte, der, wenn er z. B. 120mahl condensirte, von einem einzelnen Paare bis 2° des Strohhalm-Electrometers geladen wurde, dagegen bei vereiniger Wirkung von 2, 3, 4 Metallpaaren, sich bis 4, 6, 8 Grad Divergenz lud. Dieses war der groſſe Schritt, der mich gegen Ende des Jahrs 1799 zu der Construction des *neuen Apparats* führte, den ich *Electro-motor*, (*Electro-moteur*,) nenne, der alle Physiker in Erstaunen geſetzt, und mir volle Genüge geleistet hat, (*m'a comblé de satisfaction*,) ohne mich doch zu überraschen, weil die Entdeckung, die ich hier erzählt habe, mir im Voraus den Erfolg verbürgte. *)

*) Eine sehr interessante Geschichte der Entdeckung der wundervollen Voltaischen electrischen Säule, welche Volta in seinem französisch geschriebnen Briefe an Banks, (*Como den 20. März 1800*,) der im zweiten Theile der *Philosophical Transactions for 1800*, No. 17, p. 403—431, abgedruckt ist: (*Von der Electricität, welche durch bloſſe Berührung*

21. Eine der einfachsten Methoden, diese Versuche mit mehrern Metallpaaren anzustellen, ist folgende: Man lege auf eine Silbermünze eine Zinkscheibe, darauf eine in Wasser getränkte Scheibe aus Pappe, Tuch, oder einen andern spongiösen Körper, und fahre in dieser Ordnung fort, bis man eine beliebige Menge solcher Lagen oder Schichtungen, (*étages*,) in Säulenform übereinander gehäuft

leitender Körper verschiedner Art erregt wird; in einem Briefe Alex. Volta's an Sir Jos. Bank's; vorgelesen den 16ten Juni 1800,) zuerst öffentlich bekannt gemacht hat, und der noch früher als in den *Transactions*, in Nicholson's *Journal of natural philosophy*, Juli 1800, in einem zweckmäßigen Auszuge, (den der Leser aus den *Annal.* VI, 340, kennt, vergl. *Annalen*, VII, 190,) im Drucke erschien. Eine vollständige Uebersetzung von Volta's Brief findet man in Herrn Professor Trommsdorff's schätzbarer *Allgem. chemischen Bibliothek des 19ten Jahrh.*, B. 1, St. 2, S. 1—22; sie schien mir für die *Annalen* durch jenen Auszug und eine Menge ähnlicher Abhandlungen entbehrlich zu seyn. — *Electro-motor* müßte wohl unverändert in unsre electriche Sprache übergetragen werden, da die Verdeutschung: *Electricitäts-Erreger*, nicht ohne Zweideutigkeit seyn würde. Volta stellt diesen Namen schon in seinem Briefe an Banks auf. Die *chemischen Wirkungen* sind in diesem Apparate, nach ihm, nur secundäre Effecte, d. h. Wirkungen des in der geschlossnen Saule unaufhörlich circulirenden electriche Fluidi.

d. H.

hat, wie es beiliegendes Schema zeigt, worin S Silber, Z Zink, H den feuchten Leiter bedeuten:

· SZH SZH SZH SZH SZH SZH SZ · *)

Ist der Apparat so vorgerichtet, so bringe man die oberste Platte eines Metallpaares mit dem Deckel des Condensators in Berührung, während man die unterste Platte der Säule mit der Hand berührt oder mit dem Boden in leitende Verbindung setzt; eine Bedingung, von der ich gezeigt habe, warum sie unnachlässiglich ist, (16.) So erhält der Condensator mittelst 2 Plattenpaare eine Spannung von $\frac{2}{80}$, und mittelst 3, 4, 10, 20 Paare von Metallplatten, Spannungen von $\frac{3}{80}$, $\frac{4}{80}$, $\frac{10}{80}$, $\frac{20}{80}$ Grad, so dafs, wenn der Condensator 120mahl condensirt, der Deckel desselben, nach dem Aufheben, das Strohalm-Elektrometer zu einer Divergenz von 4, 6, 8, 20, 40 Grad bringt, **)

*) Statt dieses Schemas ist im Originale eine Säule in Kupfer abgebildet, worin die Scheiben so von unten nach oben aufeinander liegen, wie sie hier von der Linken zur Rechten aufeinander folgen. Das Kupfer hat weiter nichts Merkwürdiges, als dafs die Pappscheiben etwas kleiner als die Metallscheiben sind, weshalb ich es fortlasse. d. H.

**) Da die Intensität der Electricität, wie Coulomb gefunden hat, nicht, (wie Volta hier und durch diesen ganzen Aufsatz rechnet,) nach den einfachen Entfernungen, sondern nach den Quadraten der Entfernungen zunimmt, bis auf welche durch sie ein leichtes Kügelchen abgesto-

22. Warum es nöthig ist, zwischen jedes Metallpaar einen feuchten Leiter zu bringen, erhellt hinlänglich aus dem, was ich in 7 bemerkt habe. Ohne ihre Dazwischenkunft würde jede Zinkplatte von beiden Seiten mit Silberstücken in Berührung stehn, und von zwei gleichen entgegengesetzten Kräften afficirt werden, daher das Resultat aller dieser Wirkungen dem der obersten und untersten Platte auf einander gleich seyn müßte. Wären diese verschiedenartige Metalle, so träte die Wirkung eines einzigen Plattenpaares und eine Tension von $\frac{1}{20}$ Grad ein; wären sie einerlei Metall, so fände selbst gar keine Wirkung statt. — Daher ist es unmöglich, eine verstärkte Wirkung, d. h. eine größere Tension als von $\frac{1}{20}$ Grad, wie sie ein einziges Plattenpaar giebt, zu erhalten, wenn man bloß Silber- und Zinkstücke, ihre Gestalt und Größe sey welche sie wolle, ohne Zwischenwirkung eines dritten feuchten Leiters, der von minderer Energie ist, (8.) übereinander schichtet.

Isen wird; so sind Volta's Auslagen nicht in aller Strenge richtig; besonders würde bei zofacher und 40facher Intensität die Divergenz merklich geringer als 20 und 40 Grad seyn. Doch beruht der große Werth dieses Aufsatzes überhaupt wohl nicht auf der Genauigkeit der Zahlbestimmungen, und es würde unrecht seyn, Volta'n darüber in Anspruch zu nehmen; diese wird uns wahrscheinlich Coulomb durch Versuche mit seinen Drehwagen nachtragen. d. H.

23. Selbst durch Uebereinanderschichtung von drei verschiedenartigen Metallen und mehrern, läßt sich, ohne feuchte Leiter, keine Verstärkung der Electricität bewirken, weil die Kraft, womit die Leiter erster Klasse sie in ihrer gegenseitigen Berührung aus dem einen in den andern treiben, in bestimmtem Verhältnisse steht. Das heißt: gesetzt, das Silber treibe das electriche Fluidum dem Kupfer mit einer Kraft $= 1$, das Kupfer dem Eisen mit einer Kraft $= 2$, das Eisen dem Zinne mit einer Kraft $= 3$, dieses dem Bleie mit einer Kraft $= 1$, endlich das Blei dem Zinke mit einer Kraft $= 5$ zu; so treibt Silber dem Zinke, den es unmittelbar berührt, die Electricität mit einer Kraft $= 12$; Kupfer dem Zinne mit einer Kraft $= 5$, und Eisen dem Zinke mit einer Kraft $= 9$ zu, u. s. w. So ist immer die Kraft oder Impulsion, mit der zwei Metalle auf das electriche Fluidum wirken, der Summe der Kräfte der in der Reihe der Metalle zwischen ihnen liegenden gleich. In einem bloß aus Metallen errichteten Apparate ist es daher gleichgültig, ob die zwischen der obersten und der untersten Platte liegenden Metallplatten da sind oder nicht; und wie man diese auch ordnen möge, immer ist die electriche Kraft völlig dieselbe, welche entsteht, wenn die beiden Endplatten sich unmittelbar berühren.

24. Dieses artige Verhältniß, diese regelmäßige Gradation in den electricen Kräften der Metalle, und überhaupt der Leiter erster Klasse, das ich

gleich im Anfange meiner hierher gehörigen Untersuchungen aufgefunden, und in verschiednen Aufsätzen umständlicher entwickelt habe, benimmt uns die Möglichkeit, einen verstärkten Apparat bloß aus Metallen zu erbauen, welches gewiß unendlich bequemer und dauerhafter seyn würde. Allein deshalb darf man die Erfindung eines andern *Electromotors*, der ganz aus festen Körpern bestünde, nicht für unmöglich erklären. Hierzu würde die Auffindung eines festen Leiters ohne alle Erregungskraft, (oder der sie in einer ganz andern Beziehung befäße,) den man statt der feuchten Leiter zwischen die Metallpaare bringen könnte, hinreichend seyn; eine Entdeckung, die mir zwar sehr schwierig, aber doch nicht ganz unmöglich scheint.

25. Zum Glück findet zwischen den Metallen oder Leitern erster Klasse, und den feuchten Leitern oder denen zweiter Klasse kein solches regelmäßiges Verhältniß, und keine solche bestimmte Gradation statt, (sie würde sie zu Einer Klasse reduciren,) sonst könnte selbst das Zwischenlegen feuchter Leiter keine verstärkte Wirkung vermitteln. Zwar äußert sich in der Berührung eines Metalles mit einem feuchten Leiter eine kleine electriche Wirkung; allein sie ist weit geringer als die zwischen zwei sehr verschiedenartigen Metallen, (22,) und ist außer allem Verhältnisse mit der, welche die Metalle gegenseitig äußern. Wenn z. B. das Silber das electriche Fluidum in den Zink mit einer Kraft = 12, und der Zink es in das Wasser mit einer

Kraft $= 1$ treibt, so würde, wenn hier das nämliche Verhältniß wie unter den Metallen statt fände, das Silber die Electricität mit einer Kraft $= 13$ dem Wasser zutreiben; allein das geschieht nur mit einer Kraft, die ebenfalls ungefähr $= 1$ ist. Zwischen den Leitern erster und zweiter Klasse findet daher nicht eine solche Uebereinstimmung zwischen Wirkung und Kraft statt, wie sie den Metallen eigen ist.

26. Ist es mir durch Zwischenlegen von feuchten Leitern zwischen je zwei Metallpaare geglückt, eine verstärkte electricische Spannung zu erhalten, die lebhaftere Zeichen von Electricität, heftigere Schläge, Funken u. s. w. giebt; so ist dieses bloß dem zuzuschreiben, daß zwischen electricischen Erregern erster und zweiter Klasse eine gänzliche Verschiedenheit in den Verhältnissen obwaltet.

27. Man wird fragen, ob das Verhältniß, das zwischen der Electricität-erregenden Kraft der Leiter erster Klasse statt findet, (23,) dem jedoch Leiter beider Klassen in ihrer Berührung nicht unterworfen sind, sich nicht auch auf die Leiter zweiter Klasse erstrecke. Wäre dieses der Fall, so müßte es eben so wenig, wie aus bloßen Metallen, (22, 23,) möglich seyn, lediglich aus ihnen einen Apparat vorzurichten, der wirksam genug wäre, um Schläge und Funken zu ertheilen.

28. Indess hat die Natur diesen schätzbaren Vorzug wirklich den electricischen Organen des *Krampf-fisches* und des *Surinamschen Zitteraals*, (*Gymnotus electricus*,) ertheilt, die lediglich aus feuchten Lei-

tern ohne alles Metall bestehn; ein Kunstwerk, das man nicht säumen wird nachzuahmen. Dann wird man aber entweder bei diesen Körpern ein durchaus verschiednes Verhältniß in ihren electricischen Kräften, das nicht in der regelmässigen Gradation, wie bei den Leitern erster Klasse, steht, annehmen, oder sie noch weiter abtheilen und noch eine dritte Klasse von Leitern aufstellen müssen, so daß die Leiter jeder Klasse für sich in den Aeußerungen ihrer erregenden Kraft übereinstimmen, ohne doch in ihren Wirkungen mit denen anderer Klassen denselben Verhältnissen unterworfen zu seyn.

29. Vielleicht daß diese dritte Klasse von Leitern zugleich als Erreger wirkt, und aus Körpern besteht, die mit Flüssigkeiten getränkt sind, welche sich in einem durch unsre Sinne nicht wahrzunehmenden Grade coaguliren und fixiren, in welchem Falle man sie nur uneigentlich feuchte Leiter nennen könnte. Man müßte denn hierher viele thierische Stoffe, als: Muskeln, Sehnen, Membranen, Nerven u. s. w., rechnen, die auch wirklich im frischen Zustande bessere Leiter sind, als das reine oder salzige Wasser. Es ist selbst zu vermuthen, daß in den electricischen Organen des Krampffisches die kleinen Lagen oder Häutchen, die in jeder Säule eine über der andern liegen, abwechselnd aus Leitern bestehn, die zur zweiten und zur dritten Klasse gehören, und so gereiht sind, daß jede Lage, oder jedes heterogene Paar der dritten Klasse, von dem andern durch einen Leiter zweiter

Klasse, d. i. durch eine feuchte Lage, getrennt wird; Dieses ist wenigstens die Vorstellung, die ich mir von dem electricischen Organe des Krampffisches mache, das bloß aus leitenden Körpern besteht, und das sich lediglich mit meinem electricischen Apparate vergleichen läßt, mit dem es in Construction, Gestalt und Wirkungen viel Aehnliches hat. *)

*) Nach Volta's Briefe an Banks, (S. 439, Anm.,) giebt eine Säule aus 10 Lagen Erschütterungsschläge, die denen eines äußerst ermatteten Krampffisches völlig gleichen; aus einer Säule von 60 Lagen kann man stärkere Schläge erhalten, als sie der Krampffisch ertheilt; und so wie dieser in der Luft heftigere Erschütterungen als im Wasser ertheilt, sind auch die Schläge der Säule viel empfindlicher, wenn die Enddrähte in zwei verschiedene Wasserbehälter geleitet, und diese durch den Körper in leitende Verbindung gesetzt werden, als wenn beide Enddrähte mit einem Wasserbehälter communiciren, und man in diesen beide Hände steckt, (da in diesem Falle nur ein Theil des electricischen Stroms durch den Körper, als den bessern Leiter, geht.) „Man weiß,“ sagt Volta, „aus der Zergliederung des Zitterrochen und des Zitteraals, daß ihre electricischen Organe aus mehreren membraneusen Säulen bestehen, die in ihrem Innern, von einem Ende zum andern, mit einer großen Menge dicht auf einander liegender, vielleicht durch irgend eine Feuchtigkeit von einander getrennter, sehr dünner Scheiben oder Häutchen gefüllt sind. Es läßt sich nicht annehmen, daß einige dieser Scheiben

Nichtleiter sind, die durch Reibung, oder, gleich kleinen Electrophoren, geladen würden, oder, wie Nicholson meint, wenigstens die Stelle eines guten und dauerhaften Condensators vertreten könnten. Denn, Fett und einige ähnliche Flüssigkeiten ausgenommen, leiten alle lebende oder frische thierische Stoffe die Electricität besser als Wasser; und weder das Fett, besonders wenn es, wie im lebenden Thiere, halb oder ganz flüssig ist, noch jene Flüssigkeiten, sind eine electricische Ladung anzunehmen oder zu behalten fähig. Ueberdies sind die Häutchen und Flüssigkeiten im Organe des Krampffisches weder fett noch öhlig. Da dieses Organ bloß aus leitenden Stoffen besteht, so läßt es sich vielmehr weder mit dem Electrophor, noch mit der Leidener Flasche, noch mit irgend einer andern Vorrichtung vergleichen, wo isolirte Körper durch Reibung electrifirt werden, sondern lediglich mit meiner electricischen Säule. — Nach dieser Analogie mit der Säule zu urtheilen, scheint der Mechanismus, durch den der Krampffische Stöße ertheilt, darauf zu beruhen, daß er einige von einander entfernte Theile seines electricischen Organs, (entweder einzelne Säulen, oder vielleicht die Häute, welche in jeder Säule wie dünne Scheiben übereinander liegen,) einander nähert, indem er die Säulen zusammendrückt. Oder vielleicht löst er, wie ich fast vermuthe, im Augenblicke des Stosses zwischen die Häutchen und Zwischenwände eine Feuchtigkeit fließen. Die Erregung der Electricität und alles Uebrige der electricischen Wirkung, ist nur eine nothwendige Folge der Einrichtung des electricischen Organs, das aus vielen Reihen von Leitern besteht, die

wahrscheinlich verschiedenartig genug sind, um in ihrer gegenseitigen Berührung das electriche Fluidum zu erregen, und die vermuthlich so nebeneinander liegen, daß sie es alle nach einerlei Richtung treiben. — Eine mit Wachs umzogene electriche Säule giebt auch unter Wasser Schläge. Wenn man mehrere solcher Säulen nebeneinander stellt, die sich nach Belieben verbinden oder ausser Gemeinschaft setzen liessen, so würden sie dem electriche Organe des Zitteraals ziemlich ähnlich werden. Um sie diesem im Aeußern noch ähnlicher zu machen, könnte man sie durch biegsame Drähte oder wurstförmige Stahlfedern untereinander verbinden, und nach ihrer Länge mit einer Haut überziehn, die sich in Kopf und Schwanz endigte.“

d. H.

III.
 UNTERSUCHUNGEN
über die Natur der Volta'schen Säule,
 von
 Dr. J. C. L. REINHOLD,
*in einem Briefe an den Herausgeber. *)*

Leipzig den 20ten Febr. 1802.

Sie erhalten hier meine Untersuchungen über die *Natur der Volta'schen Säule*, sowohl im ungeschlossenen, als im geschlossenen Zustande, als eine Fortsetzung der Forschungen über den Galvanismus, die ich Ihnen in meinem vorigen Briefe mitgetheilt habe. (S. 301.) Schreiben Sie es der Wichtigkeit dieses Gegenstandes zu, wenn Sie mich meinem Vor-

*) Ich lasse diesen scharfsinnigen Versuch, die electriche Theorie von Volta's Säule bloß aus den Gesetzen der Vertheilung der Electricität abzuleiten, unmittelbar auf die beiden vorigen Aufsätze folgen, da er mir in dieser Zusammenstellung besonders lehrreich zu seyn scheint, so wenig ich auch in der Hauptsache dem Herrn Verfasser ganz beistimmen kann. Ihm war Volta's Theorie, mit den Belegen, welche die beiden vorigen Aufsätze aufstellen, noch unbekannt; dieses darf der Leser nicht übersehn, um Hrn. Dr. Reinhold's dankenswerthem Bemühen alle Gerechtigkeit widerfahren zu lassen. d. H.

fatze ungetreu finden. *) Nie besorgte ich mehr, Ihren Erwartungen nicht zu entsprechen, als bei dieser Bearbeitung eines Gegenstandes, der selbst nach Volta's Aufschlüssen, so weit sie bis jetzt bekannt geworden sind, dem Physiker noch so manches zur Beantwortung vorlegt. Doch will ich nicht länger säumen, Ihrer Prüfung zu übergeben, was Versuche und Nachdenken mich hierüber lehrten.

1. Es ist bekannt und durch Versuche erwiesen, **) dafs, während des wechselseitigen Contacts zweier in Rücksicht ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoffe verschiedener Metalle, das oxydirbarere Zeichen von $+E$, das minder oxydirbare von $-E$ giebt. Die Quantitäten beider Electricitäten sind sich gleich, und bei mangelnder Ableitung, also bei isolirten Metallen, am wahrnehmbarsten und stärksten. Doch läfst sich jede derselben einzeln ableiten, indess das andere Metall isolirt bleibt, wobei die am isolirten vorhandne Electricität sogleich zum Doppelten ihrer vorigen Gröfse steigt. ***) Andere feste Leiter der Electricität, z. B. die gut ausgebrannte Holzkohle,

*) Vergl. S. 367.

**) Durch Cavallo's vollst. Abhandl. der theor. und prakt. Lehre von der Electricität, 4te Ausgabe, B. 2, S. 346 folg.; vorzüglich aber durch Volta in Gren's neuem Journal der Physik, B. 2, S. 143, 167, B. 4, S. 101 folg., 118 folg. R.

***) Volta in Gren's n. Journal der Phys., B. 4, S. 474. R.

geben dieselben Erscheinungen. — Die Art aber, wie diese Electricitäten entstehen, und die Ursach, wodurch sie erzeugt werden, ist für uns in ein Dunkel gehüllt, welches nähere Aufschlüsse über die Natur dessen, was wir Electricität nennen, allein zu zerstreuen vermögen.

2. Nichts diesem Aehnliches bemerken wir, wenn ein *fester Leiter einen feuchten berührt*; nur dann scheinen Ausnahmen statt zu finden, wenn dieser die Oxydation jenes bedeutend abzuändern vermag. Beispiele hiervon liefern uns die an Metalle gebrachten Säuren. Aber gerade sie sind es, welche Electricität in vorzüglichem Grade leiten, besser, als die übrigen von Volta in die zweite Klasse gestellten feuchten Leiter. Wir lassen demnach das in 1 aufgestellte Gesetz entweder für die erste Klasse allein gelten, und nehmen an, daß der von der Säure berührte Theil des Metalles in Hinsicht der Electricitätserzeugung als heterogen auf den übrigen, nicht an die Säure grenzenden Theil wirkt; oder wir geben zu, welches wohl das natürlichere seyn dürfte, daß diese Erscheinungen sich so oft darbieten, als *zwei, die Electricität gut leitende, und in Rücksicht ihrer Oxydirbarkeit verschiedene Stoffe sich wechselseitig berühren*. **V**ersuche, welche die während des Contacts in der Säure vorhandne Electricität bestimmten, könnten hierüber Aufschluß geben. Gewiss ist es, und durch eine lange Reihe von Versuchen, welche ich hierüber angestellt habe,

habe, entschieden, daß Lagen von Metall und Säuren ohne Dazwischenkunft einer wässrigen, (in minderm Grade leitenden,) Flüssigkeit, sich eben so wenig zur Batterie zusammenschichten lassen, als dieses bei übereinander gelegten Plattenpaaren der Fall ist. — Aber sollte die Berührung zwischen Metall und einem der übrigen feuchten Leiter gar nichts diesem Aehnliches geben, keine Electricität erzeugen? So wenig dieses im Allgemeinen geläugnet werden kann, so scheint doch, nach Versuchen zu urtheilen, die Menge derselben so unbedeutend zu seyn, daß sie in Hinsicht der, die aus dem Conflict oben benannter Leiter entspringt, = 0 genommen werden muß. Volta hat dieses umständlich bewiesen,*) so wie ich gleichfalls nicht die mindeste Spur einer Action in Ketten entdecken konnte, wo

*) Gren's *neues Journal der Physik*, B. 4, S. 132 folg. Daß diesem die Resultate der a. a. O. S. 128 folg. angeführten Versuche keinesweges widersprechen, erhellt theils aus dem S. 132 Vorgetragenen, theils aus mehreren, S. 129, Z. 11 von unten u. folg., befindlichen Stellen, wo Volta die hier bemerkbaren Electricitäten aus der wechselseitigen Berührung der Duplicatorscheibe und des an ihr liegenden Metalles, keinesweges aber aus dem Contacte dieses und des an seinem andern Ende befindlichen feuchten Leiters herleitet. Daß, dieses angenommen, die frühern Beobachtungen Volta's ihre volle Gültigkeit behalten, davon wird jeder sich sogleich selbst überzeugen. R.

heterogene Metalle einen feuchten Leiter einschlossen, ohne sich selbst zu berühren. *)

3. Ganz anders verhält es sich, wenn eine oder beide der in 1 erzeugten Electricitäten mit einem *feuchten, minder vollkommenen Leiter (H)* in Verbindung treten. Sie wirken, da sie durch denselben nicht abgeleitet werden können, *vertheilend* auf ihn, und bringen so an den Punkten der Berührung die ihrige, an den gegen über liegenden die dieser entgegengesetzte Electricität hervor. Dafs diese vertheilten Electricitäten sich in geschlossener Kette mächtiger, als in ungeschlossener äufsern, wird die Folge lehren, und dafs die im feuchten Leiter *H* durch Vertheilung erregte Electricität der ihm vom festen Leiter an der Berührungsfläche mitgetheilten an Intensität gleiche, **) und nur durch einen grössern räumlichen Abstand vermindert werde, zeigt, wie wir unten sehen werden, jede galvanische Batterie,

*) Die hierher gehörigen Versuche werden Ihnen aus meinem vorigen Briefe erinnerlich seyn. [S. 333, 5.] R.

**) So wird z. B. in *KZ*, wo *K* Kupfer, *Z* Zink bedeutet, $Z + E$, $K - E$ haben. Man lege an jedes derselben einen feuchten Leiter, (*H*), so dafs hieraus *HKZH* entsteht; hier wird das an *K* befindliche *H*, da, wo es dieses berührt, $- E$, an der entgegengesetzten Fläche $+ E$; das an *Z* liegende aber, an der Zfläche $+ E$, an der andern $- E$ zeigen. R.

jede durch mehrere Glasröhren fortgeleitete Gasentwicklung. *)

4. Das Verdienst, die *Electricitäten des feuchten Leiters* am Electrometer gezeigt zu haben, gebührt Erman, der hierüber so interessante als belehrende Versuche angestellt hat. **) Doch lassen sie sich auch auf einem andern Wege darstellen. Ich sprach hiervon in meinem vorigen Briefe, und will Ihnen jetzt mehrere hierher gehörige Versuche anführen.

Es ist durch ältere wie durch neuere Versuche erwiesen, daß positive Electricität die oxygengibende, negative Electricität die hydrogengibende ist. ***) Wir dürfen demnach da, wo durch Electricität Sauerstoff hervorgebracht wird, auf die Gegenwart jener, wo Wasserstoff durch sie erscheint, auf das Vorhandenseyn dieser schließen; eine Wahrheit, welche folgende Versuche einleitete. ****)

*) Einen den zweiten Punkt erweisenden Versuch lieferte z. B. Huth, *Annalen der Physik*, B. 10, S. 43 — 46. R.

**) *Annalen*, B. 8, S. 107 folg.; B. 10, S. 3 folg. R.

***) Vergl. meinen vorigen Brief S. 348. R. — [Wichtige und völlig entscheidende Versuche hierüber in einem der nächsten Hefte der *Annalen*. d. H.]

****) Die bei diesen Versuchen angewandten Batterien bestanden aus Kupfer, Zink und kochsalznasser Pappe in 20 bis 40 Schichtungen; sie waren in zwei Schenkel getheilt, und ihr Schema $KH + x (KZH) + K$. R.

a. Die Pole einer so eben errichteten Batterie wurden mittelst Metalldrähte, (die bald vom feinsten Silber, bald vom feinsten Golde waren,) mit den *Stengeln blühender Tulpen und Hyacinthen* verbunden. Nur wenn die Drähte einander sehr genähert wurden, war eine schwache, partielle *) Schließung vorhanden, **) welche zunahm, so bald ich den Stengel mit einer leitenden Flüssigkeit benetzte. Sie ging fast zur totalen über, wenn ich da, wo die Polardrähte anlagen, die Oberhaut aufritzte oder abschälte. Ich stach nun in einer Entfernung von 1 bis 2 Zoll die Drähte oberflächlich in den Stengel ein, und liefs so die Kette einige Zeit, (1 bis 8 Stunden,) geschlossen. Constant quoll eine helle, durchsichtige, schaumige, geruchlose Feuchtigkeit aus der Wunde am *Hydrogenpole*; die Spitze dieses Drahts überzog sich mit einer dunkelbraunen Masse, in Geschmack und Consistenz einem Pflanzenextract ähnlich, die sich aber sogleich mit etwas lauem Wasser abwischen liefs; und die Farbe um diesen Draht zeigte eine grössere Tiefe, welche sich nach dem *Oxygenpole* hinzog, und so allmählig verlief, sich aber nur wenig über den Ort, wo dieser Draht eingestochen war, hinauf erstreckte.

*) Im Ritterschen Sinne.

R.

**) Die Stengel mit dünner Oberhaut leiten besser als die, welche mit einer dickern bedeckt sind; Hyacinthen besser als Tulpen. (Dasselbe gilt für einzelne Theile derselben Pflanze.)

R.

Uebrigens war hier der Stengel gesund und frisch. — Ganz andere, den vorigen entgegengesetzte Phänomene bot der *Oxygenpol* dar. Hier war die Spitze der Silberdrähte bald weißgrau, bald schwarz oxydirt, und an Golddrähten etwas dunkler oder safrangelb gefärbt. Bei jenen wurde die Wunde bald schwarz, welche Farbe in concentrischen Ringen sich von hier, vorzüglich nach dem Hydrogenpole zu, verbreitete. Bei Golddrähten geschah dieses nicht, sondern die Wunde umgab ein leichter, sich nach und nach vergrößernder Kreis. In ihm schien nach und nach alle Färbung verschwunden, und der Stengel wie gebleicht, indess sich weiter nach dem Hydrogenpole zu bald eine gelbgrüne, bald eine braunrothe Farbe zeigte, welche auch bei Silberdrähten über dem schwarzen Ringe zum Vorscheine kam. Immer war die Stelle an diesem Drahte und um denselben eingefunken, die hier befindliche Feuchtigkeit nicht ausgeschwitzt, sondern verzehrt, der Stengel selbst verschrumpft und an dieser Stelle geknickt. Bei stark wirkenden Batterien und Golddrähten entstand einige Mal an diesem Pole ein auffallender, dem der Salpetersäure ähnlicher Geruch. Hauptsächlich war dieses an Hyacinthenstengeln der Fall. *) Endlich hing der Oxygendraht jedes Mal

*) An einem schneeigen Tage dieses Februars füllte ich zwei kleine irdene Gefäße mit Schnee, welcher sich auf dem Eisenbleche vor meinem Fenster gesammelt hatte; er war etwas wässrig, ohne jedoch zu zerfließen. Eine sehr wirksame

fest mit der Pflanze zusammen, der Hydrogendraht nicht.

b. Dieselben Resultate erhielt ich, wenn die Polardrähte durch *Tulpen-* oder *Hyacinthenblätter* vereinigt waren. Sie leiteten besser als die Stengel; die *Blumenblätter* am allerbesten. Ob in Rücksicht auf Leitungsfähigkeit zwischen diesen ein Unterschied statt finde, den ihre Farbe bestimme, ob z. B. die Blume der blauen Hyacinthe schlechter oder besser leite, als die der rothen u. s. w., darüber entschieden diese Versuche nichts. Am interessantesten war mir das Farbenspiel, welches die Hyacinthen darboten. Die blauen wurden da, wo der Oxygen-

Batterie von 48 Lagen wurde in das Fenster gestellt, und die beiden Gefäße *a* und *b*, vermittelt eines, von seiner Oberhaut entblößten, und auf den Schnee von *a* und *b* gelegten Tulpenstengels verbunden; zugleich wurde durch Golddrähte der Oxygenpol in *a*, der Hydrogenpol in *b* geleitet. In beiden Gefäßen fing die Schmelzung des Schnees am Oxygenpole an, wurde aber in beiden in gleicher Zeit vollbracht. Das Schneewasser in *a* schmeckte und roch, selbst nachdem es $\frac{1}{4}$ Stunde aus der Kette genommen war, auffallend nach Salpetersäure. Das in *b* zeigte nichts. Ich goss etwas von *a* zur Lackmustinktur, die ich mit destillirtem Wasser verdünnt hatte; sie färbte sich augenblicklich roth. Etwas von *b* zu dieser gerötheten Brühe gesetzt, gab ihr sogleich ihre erste Farbe wieder. Die Glasur in *a* und *b* war unverfehrt.

R.

draht auflag, sogleich roth, am dunkelsten zunächst diesem Pole, lichter an den entferntern Stellen; Silberdraht färbte sie oft an der erstern schwarz. Eben so bestimmt erschien die grüne Farbe am Hydrogenstabe; fast schwarz in der Nähe des Pols ging sie durch mannigfaltige Nuancen zum Saffigrünen über. Eben so stieg die Farbe rother Hyacinthen am Oxygendrahte zu einer größern Höhe; bei Silberstäben war sie dem Pole zunächst schwarz, stieg aber durchs Orange bis zur Röthe hinauf. Der Hydrogendraht gab ein sehr dunkles Grün, (*merde d'oye*.) welches sich bis ins Gelb durch die mannigfaltigsten Schattirungen von Grün durchzog. Gelbe Tazetten wurden an der Oxygenseite der Batterie durch Silber dunkelgrau, an der Hydrogenseite fast orange gefärbt.

c. Im Besitze dieser Erfahrungen, glaubte ich jene Stoffe zur nochmaligen Prüfung der *in den feuchten Leitern vertheilten Electricitäten* nunmehr dreist anwenden zu dürfen; und dieses geschah zur vollkommensten Bestätigung meiner obigen Behauptung (4.) So oft ich z. B. die untere Fläche *blauer Hyacinthenblätter* auf die Platten der Pole *) legte, und ihre obere Fläche durch Silberdrähte verband, wel-

*) Sie werden sich noch aus meinem vorigen Briefe der Endplatten, deren ich mich bediene, erinnern, (S. 303.) Bei schwachen Batterien gelingen diese Versuche am besten, wenn man die Blume mit etwas Wasser befeuchtet.

che die Kette schlossen, bemerkte ich auf der Platte des *Hydrogenpols* viel|ausgeschwitzte Feuchtigkeit, auf der Platte selbst kein Oxyd, und die hier auf-
 liegende Fläche des Hyacinthenblattes war grün
 gefärbt; die entgegengesetzte Fläche des Blattes war
 dagegen da, wo der verbindende Silberdraht auf-
 lag, roth, und der Draht selbst an dieser Stelle oxy-
 dirt. Das Gegentheil fand sich auf der Platte des
Oxygenpols; sie war da, wo das Hyacinthenblatt
 gelegen hatte, oxydirt, und dieses meist schwarz,
 feltner, (und dieses gewöhnlich nur bei schwächern
 Batterien,) roth gefärbt, indess die andere Seite
 grün erschien, Feuchtigkeit ausschwitzte, den Sil-
 berdraht aber nicht oxydirte. Aehnliche Versuche
 mit andern farbigen Blumen übergehe ich; sie ent-
 sprechen diesem in allen, so wie sie sich aus dem,
 was oben, (b,) angeführt worden, vorherfagen
 ließen.

5. Daß sich auch an *Metall*, welches von zwei
 feuchten Leitern der Batterie eingeschlossen ist, *Ver-
 theilung der Electricität* vorfindet, *) zeigt folgende
 Betrachtung. Sie wissen, daß mein Hydrogenpol sich
 mit *KHK*, mein Oxygenpol mit *ZHK* schließt,
 (S. 305, Anm.) Wegen der in *H* gegenwärtigen Ver-
 theilung wird das End*K* des Hydrogenpols $+E$, und
 das des Oxygenpols $-E$, in der Berührung mit *H*

*) Eigentlich wird Electricität wohl nie anders, als
 durch Vertheilung erzeugt und fortgepflanzt. *R.*

erhalten. Um zu sehen, ob Vertheilung in ihnen vor sich geht, verbinden wir sie beide durch ein neues H , und schliessen so die Kette. Wären sie bloß einer Mittheilung fähig, so müßte nun das K des Hydrogenpols, wegen seines ihm mitgetheilten $+E$, in diesem letztern H einen Oxygenations-Prozess, und das K des Oxygenpols wegen des ihm mitgetheilten $-E$ einen Hydrogenations-Prozess einleiten. Aber es geschieht gerade das Gegentheil; ein Beweis, daß, wo beide den sie vereinigenden feuchten Leiter H berühren, jenes auf ihn mit $-E$, dieses mit $+E$ einwirkt, und daß mithin eine Vertheilung in den beiden Metallen K statt gefunden habe. Wie und wodurch sie aber entstand, sie, durch die es allein möglich war, das in der Construction der Säule begründete Schema der Polarität zu retten, wage ich nicht mit Gewissheit zu bestimmen. Doch scheint es mir, als trete hier ein ähnlicher Fall ein, als der oben, (S. 452,) angeführte, wo ein einziges Metall mit einem seine Oxydirbarkeit stimmenden Leiter der zweiten Klasse sich zur wirkfamen Kette vereinigte. — Ich versuchte nun, da ich kein Electrometer bei der Hand hatte, diese im Metalle gegenwärtige Vertheilung vielleicht auf anderm Wege zu verinnlichen. Ich verband die Pole durch einen völlig reinen Silberdraht, den ich durch Blätter einer blauen Hyacinthe gestochen hatte, wovon eines sich genau in der Mitte des Stabes, die übrigen aber in gleicher Entfernung von einander befanden. Die Batterie blieb 6 Stunden geschlossen, allein we-

der Pflanzen noch Draht zeigten etwas; so innig war die Electricität an das Metall gebunden. *)

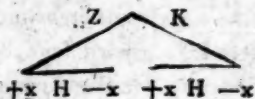
*) Wie vorzüglich die Metalle leiten, zeigt folgender Versuch: Ich schnitt einen frischen Hyacinthenstengel, nachdem die Oberhaut abgezogen war, in drei gleiche Theile, *a*, *b*, *c*. Zwischen den Polplatten befand sich, in gleicher Entfernung von beiden, eine dritte, *C*, von Kupfer und völlig rein. *A* bezeichne die Platte des Oxygen-, *B* die des Hydrogenpols. *A* wurde nun durch *a* mit *C*, und dieses wieder durch *b* mit *B* verbunden, doch so, daß beide auf *C* sich nicht berührten, sondern einige Zoll von einander entfernt blieben; *a* und *b* zeigten wie *A*, *B* und *C* ihre Polarität. Ich zerschnitt nun *c* in mehrere Theile, welche ich einzeln, ohne daß sie weder sich, noch *a* oder *b* berührten, auf *C*, zwischen *a* und *b* legte. Polarität war so wenig als ein anderer Unterschied an ihnen oder an *C* zu bemerken. Noch glaube ich hier bemerken zu müssen, daß, so oft und so mannigfaltig ich auch Batterien durch angefeuchtete Blätter oder Stengel, selbst haarige, schloß, ich nie eine bestimmte Richtung wahrnehmen konnte, welche mit Recht der Einwirkung der Pole allein hätte zugeschrieben werden dürfen. — Zuletzt noch eine Frage, die sich, da von Leitung durch Metalle die Rede ist, mir so eben aufdrängt: Zugesehen, daß reines Silberoxyd nicht leitet, wird dieses, auch wenn es mit Wasser angefeuchtet wird, der Fall seyn? Ist dieses, so kann Fourcroy sehr richtig beobachtet, und doch nichts gegen Ritter gewonnen haben. (Vergl. Ritter's Beiträge, B. 2, St. 1, S. 3 folg.) R.

Dies ist es, was ich als Einleitung dem vorausschicken mußte, was der eigentliche Gegenstand dieser Blätter ist, *der nähern Betrachtung der Batterie und ihrer Wirkbarkeit*. Lassen Sie uns nun zusehen, ob das bisher Vorgetragne uns wirklich einen Aufschluß über beides gewähren kann.

6. Wir errichten die Batterie, und bringen zuerst eine Kupferplatte mit einer gleichen Platte von Zink auf einem isolirenden Stativ zusammen. Das Kupfer (K) erhält $-E$, der Zink (Z) ein diesem gleiches $+E$, (1.) Wir legen ferner auf beide, feuchte Leiter ($HKZH$), z. B. ein mit Wasser oder mit liquidem Salze angefeuchtetes Stück Tuch, Pappe u. dergl. Der Erfolg wird seyn, daß K im ersten feuchten Leiter an der Berührungsfläche $-E$, an der entgegengesetzten $+E$, im zweiten feuchten Leiter umgekehrt, Z , dort $+E$, hier $-E$ hervorbringt. Beide Electricitäten würden sich in Hinsicht ihrer Intensität völlig gleichen, wenn nicht Nebenumstände, (z. B. größere Ausdehnung, zu geringes Leitungsvermögen von H u. s. w.) die Electricität, welche an den von den Metallen abgewandten Flächen vorhanden ist, in verschiedenem Grade schwächen, (3.) *) Wir bringen endlich H

*) Daß ein Metall, welches auf das die Pole schließende H gelegt wird, auf der Kupferseite Wasserstoffgas, auf der Zinkseite Sauerstoffgas im Gasapparate gebe; am Electrometer aber, dort Zeichen von $-E$, hier von $+E$ darbieten könne, zeigt

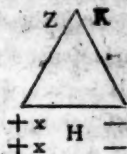
an H , und schliessen so die Kette. In diesen Augenblicke werden beide Electricitäten *fast* zum Doppelten ihrer vorigen Grösse steigen, *) weil jedem Pole, ausser der ihm eignen Electricität, eine fast gleiche Menge von dem andern, sofern er vertheilend wirkt, zugeführt wird. Wir wollen die in der geschlossnen einfachen Kette vorhandne Action $= x$ setzen, und, je nachdem sie sich durch $+E$, (oxygenirend,) oder $-E$, (hydrogenirend,) äußert, mit $+x$ und $-x$ bezeichnen. Die einfache ungeschlossne Kette ist demnach in folgender Form:



S. 460. R. — [Wenn M, m Metalle bedeuten, so sind in $MHKZHm$, M, m stets in demselben electrischen Zustande, welchen das Metall, das den feuchten Leiter H zur andern Seite berührt, als Erreger der Electricität annimmt, (also in diesem Falle M negativ-electrisch, wie K , und m positiv-electrisch, wie Z ;) dieser ist, wie wir aus den beiden vorhergehenden Aufsätzen wissen, S. 393, 3, 4, und S. 428, 7, 9, 13,) durch Volta's Versuche ausser allen Streit gesetzt. d. H.]

*) Hat diese Erscheinung auf die von Erman, (Ann., B. 8, S. 193 folg.) und Ritter, (eben das., S. 447 folg.) gemachten Erfahrungen einen Bezug, und welchen? Wir werden ihrer weiter unten nochmahls erwähnen müssen, wo von der Ver-

enthalten, geht aber im Augenblicke der Schließung in diese:



über. — Wir haben hier, wie die Zeichen wirklicher Thätigkeit beweisen, die Pole da, wo H die Metalle berührt, indess sich nichts diesem ähnliches, also Ruhe, Indifferenz, da findet, wo Z und K einander berühren. Und wirklich sieht man, daß die Metallé der einfachen Kette, wenn einige Feuchtigkeit, z.B. Wasser, zwischen sie kömmt, sich eben so oxydiren, als es gelchehn seyn würde, wenn jedes einzelne damit befeuchtet worden wäre.

7. Auf die ungeschlossene, oder in der Mitte von H geöffnete Kette (A) werde auf das an Z liegende H ein zweites, jenem völlig gleiches Plattenpaar (B) gebracht. Das K desselben ruht auf demselben H , und äußert sich hier, kraft seiner aus dem Contacte mit Z entspringenden Action, mit $-x$. Aber ein gleiches $-x$ durch A vermittelt, findet es hier; *) es muß demnach $-2x$, das heißt, eine Action entstehen, welche der Summe der in A

bindung mehrerer Batterien zu Einer die Rede seyn wird. R.

*) Wenigstens fast dasselbe. Man darf diesen Bruch von x , $\frac{x}{y}$, nicht aus den Augen lassen; er erläu-

und *B* vorhanden gleich. Wo aber, und wie wird sich die Action äußern? An *K* des zweiten Plattenpaares *B*? Unmöglich, denn dieses kann nur eine Action $= x$ darbieten, welche als $+x$, wenn es mit *K* von *A*, als $-x$, wenn es mit *Z* von *B* verbunden wird, erscheint. Fehlen diese Bestimmungsgründe, d. h., wird es weder mit *K* von *A*, noch mit *Z* von *B*, sondern vielleicht mit *Z* von *A* verkettet, so kann es weder als $+x$, noch als $-x$, d. h., es muß $= 0$ erscheinen. Die Wahrheit dieser Aussage wird ein Becherapparat *) sowohl, als der Geschmack bestätigen; Sie werden nämlich bei jenem zwischen dem ersten *Z* und zweiten *K* fast gar kein Gas oder Oxyd bemerken, **) so wie jeder galvanische Geschmack fehlt, wenn Sie dieses *K* allein, oder mit ihm zugleich das erste *Z* mit der Zunge berühren. Es kann demnach die Action $= 2x$ erst an *Z* des zweiten Plattenpaares *B* als wirklich thätig hervortreten, und zwar als $+2x$, weil dies die Natur der Ketten, so wie die Tendenz ihrer

tert vieles, ob er gleich durch Zahlen nicht auszudrücken ist. R.

*) Mit ihm lassen sich Erscheinungen ausmitteln, welche in der Säule zu beobachten schlechterdings unmöglich ist. Ich habe mir nach eignen Ideen jetzt einen verfertigen lassen, und ihm eine ziemliche Reihe von Versuchen vorbehalten. R.

**) Dafs es nicht völlig fehlt, liegt an der Zusammensetzung des Apparats und andern Nebenumständen. R.

Kräfte gebietet. *) — Ein zweites H darauf gelegt, wird also an der Berührungsfläche $+2x$, an der entgegengesetzten $-2x$ **) behalten, und das Ganze, der bis jetzt gegebenen Ansicht zufolge, unter der Form:

$$\begin{array}{ccccccc} & A & & B & & & \\ H & KZ & H & KZ & H & & \\ & +x & -x & +2x & -2x & & \end{array}$$

erscheinen, wobei jedoch noch die Bestimmungsgründe für die Polarität von der Hydrogenseite uns fehlen.

*) Nach der Theorie Volta's, der sich *Mittheilung* der Electricität durch den feuchten Leiter H hindurch denkt, strömt aus Z des Plattenpaares A die Electricität in K des Plattenpaares B über; beide werden dadurch zu einerlei electrischem Zustande, und dadurch Z des Plattenpaares B zum doppelten positiven gebracht, (siehe oben S. 397.) Diese Gleichheit des electrischen Zustandes von Z und K je zweier benachbarter Ketten, die durch H getrennt sind, bloß durch *Vertheilung* der Electricität, (der einzigen Wirksamkeit, die Herr Dr. Reinhold in der Volta'schen Säule annimmt,) und aus deren Gesetzen, von einer so geschickten Hand, wie die des Herrn Verfassers, genügender und lichtvoller erklärt zu sehn, werden vielleicht mehrere Leser mit dem Herausgeber wünschen, da dieses gerade den Hauptpunkt in der Ansicht des Hrn. Verfassers zu betreffen scheint.

d. H.

**) Vergl. S. 465, Note,

R.

7. Es werde noch ein drittes Plattenpaar KZ , (C), auf H des Plattenpaares B gesetzt; die Action muß sogleich auf $3x$ steigen, wird aber erst an Z als $+3x$ zu Tage brechen, da sein K , aus obigen Gründen, (6,) nur $2x$, und zwar, da es gewiß die grösste Action kund macht, *) nur $+2x$ zeigen kann. Ein aufgelegtes H bekommt nun, wie wir wissen, an der Berührungsfläche ebenfalls $+3x$, auf der andern Seite $-3x$; so wie ein viertes hinzugefügtes Plattenpaar KZ an Z mit einer Action $= +4x$ auftritt, indess sein K nur $+3x$ darzubieten vermag, und ein viertes H an der Zfläche $+4x$, und an der entgegengesetzten, wo es das fünfte Plattenpaar KZ berührt, $-4x$ erhält, um das Z dieses Plattenpaares mit $+5x$ wirken zu machen. Und so erfolgt das progressive Wachsen der positiven Action, ($+E$), in dieser fünfkettigen Batterie nach folgendem Schema:

	A		B		C		D		E
	H	KZ	H	KZ	H	KZ	H	KZ	H
	$+x$	$-x$	$+x$	$+2x$	$+3x$	$+4x$	$+5x$	$-5x$	

8. Betrachten Sie nun die Batterie als mit $HZKH$ vom positiven Pole des Plattenpaares E anfangend, so erhalten Sie aus denselben Gründen, (5—7,) folgendes Schema ihrer negativen, ($-E$) Action:

A

*) Es würde $-x$ zeigen, wenn es mit seinem Z allein in Berührung wäre. R .

A	B	C	D	E
H KZ H KZ H KZ H KZ H KZ H				
+5x -5x	-4x	-3x	-2x	-x +x -x

wobei ich nur dieses erinnern möchte, daß eigentlich die verstärkte negative Action an K allezeit hervorbrechen muß.

9. Da wir so die Gröfse der in jedem einzelnen Gliede gegenwärtigen positiven, (+E,) und negativen, (-E,) Action bestimmt haben, können wir nun endlich den wahren innern Zustand unsrer Batterie = 5 . (HKZH) übersehn, *) der sich nur allein durch Gegeneinanderhaltung der beiden aufgefundenen Schemata rein darstellen läßt. Ihnen gemäß ist folgendes das Bild der ungeschlossnen Batterie, und der in ihren einzelnen Gliedern vorwaltenden Actionen:

A	B	C	D	E
+x	+2x	+3x	+4x	+5x
-5x	-4x	-3x	-2x	-x

Ziehen wir, wie wir müssen, die kleinern von den größern ab, so finden wir in A Action = -4x, in B = -2x, in C = 0, in D = +2x, und in E = +4x: also die größte positive Action in E,

*) Was Metalle an der nicht berührten Fläche der an den Polen befindlichen H's zeigen müssen, sagt S. 454 folg. — Hieraus erhellt, warum beim Becherapparate, wenn man die Polarbecher durch einen oxydirbaren Metalldraht verbindet, sich dieser im Hydrogen-, nicht aber im Oxygenbecher oxydirt.

R.

am Zink-; die größte negative in A , am Kupferpole; in C aber 0, das heist, scheinbare Ruhe. Dafs aber dieses Schema noch immer unvollkommen ist, das beweist folgende Betrachtung. Erst an K des ersten Plattenpaares A kann und mufs — $5x$ erscheinen, denn Z dieses Plattenpaares kann nach dem oben Angeführten nur — $4x$ zeigen; es wird demnach dieses K , an welchem die positive Action im wahren Sinne $= 0$ ist, nicht mit — $4x$, sondern mit — $5x$, und so der Zinkpol mit vollem $+ 5x$ thätig seyn. Setzt man diese Betrachtungen fort, so läst sich genau der Ort, wo sich der wahre Indifferenzpunkt vorfindet, bestimmen, und, wie stark das Electrometer an einer beliebigen Platte divergiren werde, vorher sagen; und hiermit stimmen die schönen Ritterschen Versuche, (*Annalen*, B. 8, S. 445 f. und 460 f.) aufs beste überein. Ich füge diesem allen noch einen Versuch hinzu, der nur in wenigem von dem abweicht, welchen Ritter, *Annalen*, VIII, 460, beschreibt, und der zur völligen Bestätigung desselben dienen kann. Ich setzte aus 60 Paaren neuer, gut polirter Zink- und Kupferplatten, mit ebenfalls neuen und mit Kochsalz-Auflösung getränkten Pappen, auf einem völlig isolirten Stative, eine Batterie zusammen, so dafs an ihr bei 1, 15, 30, 45 und 60 sich eine meiner grössern Kupferplatten befand. Auf jede dieser Kupferplatten wurde eine mit gekochtem Wasser gefüllte Glasröhre gelegt, die mit zwei völlig reinen, ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll von einander

abstehenden Silberdrähten versehen war, und zwar so, daß der eine Draht auf der Platte selbst, der andere in einer seidenen Schlinge ruhte. Der Apparat blieb genau 48 Stunden in einem nicht geheizten Zimmer ruhig stehen. Nach dieser Zeit fand ich den Plattendraht auf 1, (dem Hydrogenpole,) völlig rein und unverändert; der ihm gegenüberstehende war an der Spitze etwas angelaufen. Gleiche Erscheinungen, nur in minderm Grade, boten die Drähte auf 15 dar; die auf 30 waren wie vor dem Versuche; der Plattendraht auf 45 war etwas, der auf 60 in bedeutendem Grade oxydirt, und die ihnen gegenüber befindlichen Drähte unverändert. In der Glasröhre auf 1 war das Wasser ungemein hell, auf 15 fast eben so, auf 30 minder, getrübt auf 45, noch mehr auf 60. Die Batterie war nicht ein einziges Mahl geschlossen worden; ihre Platten waren von 1 bis 30 wenig oxydirt, wurden es aber immer mehr, je näher sie von hier an 60 kamen. Auch die Pappen, (weiße Kartenpappe,) zeigten einen bedeutenden Unterschied; sie waren von 1 bis 30 weniger, von hier bis 60 stark grün und braunroth gefärbt.

10. *Wir wollen nun die Batterie schließen, und zwar zuerst total;* durch Verbindung der Pole miteinander mittelst eines in hohem Grade leitenden Stoffes, z. B. Metall. Die Electricitäten werden hier auf keinen an dieses Metall gebrachten Körper reagiren, denn sie sind zu fest an dasselbe gebun-

den; *) wohl aber da, wo sie einströmen, und auf der positiven Seite einen Oxygenations-, auf der negativen einen Hydrogenations-Prozess einleiten und fortsetzen, bis endlich da, wo sie wirklich zusammentreffen, gleichsam am Sättigungspunkte, scheinbare, durchs Balanciren gleicher Kräfte vermittelte Ruhe eintritt, wie es das *Voigtische*, (eigentlich wohl *Ritterische*,) *Goldblatt-Galvanometer* beweist, wenn Sie mit ihm die Kette schließen. **) Dafs Ketten, die man jetzt zwischen beliebigen Gliedern der Batterie *total* oder *partiell* schließt, nichts äussern werden, folgt von selbst.

Nicht ganz so ist es, wenn wir unvollkommnere Leiter, hauptsächlich feuchte Stoffe, als: Pflanzen, thierische Organe, Wasser u. s. w., die Schließung, (*partielle*,) ***) vermitteln lassen. Hier nämlich

*) Vergl. S. 463 und die Anm. daselbst. R.

**) Beschrieben und abgebildet in: *Bischoff-de usu Galvanismi in arte medica*. Ien. 1801, p. 69 seq. — Es gewährt ein in der That angenehmes Schauspiel, wie das Goldblatt mit einem Funken überspringt. R.

***) Als einen der niedrigsten Grade von partieller Schließung können wir wohl den durch die Flamme vermittelten annehmen, (vergl. Ritter in den *Ann.*, B. 9, S. 335 folg.) — Golddrähte gabes die *Ritterischen Dendriten* vorzüglich schön. Ich erhielt sie bestimmt auch am Oxygendrahte, wenn ich beide Drähte, nachdem sie einige Zeit in der Flamme gewesen waren, sich auf einige Augen-

kann, wenigstens für uns, diese Ruhe kaum bemerkbar seyn, weil die durch wechselseitige Vertheilung aufeinander wirkenden und sich verstärkenden Pole hier unaufhörliche Action erzeugen. Dafs es jedoch auch hier einen Indifferenzpunkt gebe, zeigen Erman's und meine Versuche, (*Annalen*, B. 8, S. 207, B. 10, S. 4 folg., und oben S. 456 f.) Dafs übrigens partielle Schliessung durch totale aufgehoben werde, wie alles, was daraus folgt, versteht sich von selbst, und zeigt jede Batterie. — Die bei partieller Schliessung durch Sinnesorgane *) uns

blicke berühren liefs, oder so wechselte, dafs ich den Hydrogendraht jetzt an den Oxygenpol brachte. Eine Bestätigung von dem, was ich in meinem vorigen Briefe über die *Grunerischen Dendriten* äufserte. R.

- *) Hier ein Paar Bemerkungen, deren Wichtigkeit es entschuldigen mag, dafs ich sie an diesem Orte einschalte, und die beide die Aerzte vorzüglich angehn. Die erste betrifft die Anwendung des Galvanismus auf das Nervensystem. Ist es nicht sehr denkbar, dafs wegen der Polarität, welche auch Nerven als feuchte Leiter haben müssen, wenn wir äufserlich z. B. den Oxygenpol anwenden, wir am andern Ende des Nerven, (im Sensorio, den Ganglien oder Anastomosen,) die entgegengesetzte Wirkung, in diesem Falle die hydrogenirende, haben? — Die zweite betrifft einen Fall, der, (auch abgesehn von seiner Seltenheit,) für theoretische und praktische Medicin von gleicher Wichtigkeit ist. Nach einem

kund werdende, unausgesetzt fortdauernde Action
muss erfolgen, weil im Augenblicke der Verwen-

unglücklichen Sturze auf den Kopf entstand durch den Trepan und die Wegnahme der eingedrückten Tafel des linken Seitenbeines, hier eine Oeffnung, welche in der Breite 3, in der Länge 5 Zoll hielt, wo die harte Hirnhaut frei und die Pulsationen des Gehirns deutlich zu sehen waren. Ich setzte den dritten Tag nach dem Sturze eine Silber- und Zinkstange auf die Hirnhaut auf, und verband sie; der Kranke äußerte indess nicht die mindeste Empfindung, sondern blieb wie vorher soporös liegen. Nach 3 Tagen, als er mehr bei sich war, wiederholte ich den Versuch sowohl mit einfachem Galvanismus, als mit verstärktem, (einer Kupfer-Zink-Batterie von 3 Lagen;) auch jetzt versicherte der Kranke, nicht das mindeste zu empfinden. Ich liess vier volle Wochen verstreichen, ehe ich zu einem dritten Versuche schritt; der Patient war bei voller Besinnung, die Batterie = 10. (KZH) + K. Ich brachte den einen Conductor auf die harte Hirnhaut, den zweiten auf die Zunge; er empfand den Geschmack, mit welchem ich ihn schon vorher bekannt gemacht hatte. Ich liess sie beide auf der *dura mater* ruhen; er gab ein periodisch wiederkehrendes Stechen, und ein nicht unangenehmes Gefühl von Wärme an, dem ähnlich, als wenn die Sonne diesen Ort bescheine. Die Kette blieb 3 Minuten geschlossen, und ich hatte nun in der dritten Minute 109 Pulsationen des Gehirns, da ich in der ersten nur 90 zählte; sie waren also um 19 gewachsen. Merkwürdig

dung des Erzeugten, die in der Construction der Säule begründeten Bedingungen zur wiederhohnten Erzeugung des Verwendeten eintreten, und so werden sich die Electricitäten nach dem S. 469. aufgestellten Schema, so lange die Schließung dauert, unaufhörlich erzeugen und wirksam beweisen. Als Beleg dazu kann folgender, leicht zu wiederhohender Versuch dienen. Nehmen Sie zwei Säulen, *a* und *b*, jede von der in 4 u. f. errichteten nur darin unterschieden, daß sich ihre Pole mit *KZ* oder *ZK*, nicht mit *H* schließen. Lassen Sie in der Säule *a* den Hydrogenpol unten bei *A*, in *b* oben bei *E* liegen, und verbinden Sie jedes Plattenpaar von *a* mit dem gleichnamigen von *b*, (*A* mit *A*, *B* mit *B* u. f. w.,) durch Glasröhren voll Wasser, die mit oxydirbaren Drähten versehen sind. In *A* und *E* finden Sie die stärkste, in *B* und *D* die schwächere, in *C* gar keine Action; übrigens sind die in *A*

war es, daß unmittelbar nach der Schließung sich eine sehr bedeutende Vertiefung von gewiss $\frac{1}{2}$ Zoll genau zwischen beiden Conductoren bildete; die Hirnhäute waren hier wie eingefallen, obgleich die Berührung ungemein leise geschah. Nach Entfernung der Zuleiter erhob und füllte sie sich sogleich wieder; die Häute und das Befinden zeigten außer diesem nichts. Was beweist dieser Versuch für oder wider die Nerven der harten Hirnhaut? Sehr viel, zumahl wenn Humboldt's Behauptung, (Verf., B. 2, S. 25 folg.,) völlig erwiesen wäre.

R.

und *E*, wie die in *B* und *D* sich gleich. In *a* sind *A* und *B*, in *b* *E* und *D* die hydrogenirenden; dagegen *E* und *D* in *a*, und *A* und *B* in *b* die oxygenirenden Pole. Aber sonderbar, beide Säulen *a* und *b* behaupten in dieser Vereinigung halstarrig die für jede einzelne bestimmte Polarität; oder, mit andern Worten, jede bleibt selbstständig für sich, und giebt, ohne daß sich beide zu einer Batterie vereinigen lassen, den Indifferenzpunkt in ihrer Mitte, und an jedem ihrer beiden Pole die diesem eignen Erscheinungen. Hieran ist lediglich die partielle Schließung schuld; nur sie hindert das Zusammentreten beider Säulen *a* und *b* zu einer Batterie $a + b$; eine Behauptung, die durch Folgendes bewiesen wird. Nehmen Sie während dieser Gasentwickelungen eine der beiden Glasröhren, welche die Endpole *A*, *A*, oder *E*, *E*, vereinigen, mit fester Hand von den beiden Polplatten gleichzeitig ab, *) und ver-

*) Wie nöthig bei subtilern, vorzüglich elektrolytischen Versuchen es ist, um die Electricitäten gleichförmig in der Batterie vertheilt zu haben, sie an beiden Polen so gleichzeitig als möglich zu schliessen und zu öffnen, bewies Erman, (*Annalen*, B. 8, S. 199,) und bestätigen auch diese Versuche. Daß der Apparat immer vollkommen isolirt seyn muß, bedarf keiner Erinnerung. Mit Recht bemerkt Erman, daß es von Vernachlässigung dieser Umstände oft wohl allein herrührte, daß man einen Pol für wirkamer, als den andern erklärte.

binden Sie diese anstatt dessen durch einen völlig oxydfreien Metalldraht, den Sie eben so gleichförmig auflegen; so haben Sie es nun sogleich nicht mehr mit zwei einzelnen Batterien a und b , sondern nur mit einer einzigen, in zwei Schenkel a und b getheilten Batterie $= a + b$, zu thun. Es hängt dabei von Ihrer Willkühr ab, welcher von diesen beiden Schenkeln der hydrogenirende, und welcher der oxygenirende seyn soll. Denn die totale Schließung an A , A wird a zum positiven, b zum negativen; eine gleiche an E , E , b zum positiven, und a zum negativen Schenkel machen, und daher werden im ersten Falle alle Drähte an a Oxygen, im zweiten Hydrogen, und an b gerade das Entgegengesetzte geben. Ueberhaupt wird bei Batterien von gleichen Plattenpaaren sich immer am Orte der totalen Schließung der Indifferenzpunkt finden, und die Säule sich von hier aus in zwei gleiche Schenkel getheilt zeigen, deren jeder nur in allen Punkten, wo man ihn berührt, diejenige Wirkung äußert, welche vor der Total-Schließung nur dem Pole *) eigen war, welcher sich jetzt dieser gegenüber, am andern Ende des Schenkels befindet. Man sieht hieraus, um wie viel mehr als die partielle Schließung, die Totalschließung, gleichsam durch Sammlung der Kräfte, die Wirkung verstärkt. **)

*) Eigentlich der ganzen Hälfte dieses Schenkels, bis an den Indifferenzpunkt. R.

**) Wie beweisend, bei einigen Abänderungen,

Und nun noch eine einzige Bemerkung, ehe wir von diesem Versuche scheiden. Durch Volta, (S. 451, Anm.,) Erman, (*Annalen*, a. a. O.,) und Ritter, (*Annalen*, B. 8, S. 447,) ist es erwiesen, daß sich die Electricitäten der Kette, wie der Batterie, einzeln ableiten lassen, so daß, indess jede Spur der abgeleiteten verschwindet, die zurückgebliebne nach dem Schema, (S. 469,) wie sie erzeugt wurde, in voller Kraft erscheint. *) Daß

dieser Versuch auch in mehrern andern Hinsichten sey, hoffe ich ein andermal weiter auseinander zu setzen. Nur das erlauben Sie mir hier noch beizufügen, daß er mich die relative Stärke zweier beliebiger Batterien sehr *einfach und richtig* zu prüfen lehrte. Ich verbinde nämlich die gleichnamigen Pole derselben durch oxydirbare Drähte, die zu Wasserröhren führen: sind sie gleich, so schweigt alles; sind sie es nicht, so wirkt die stärkere mit einer Kraft = der Differenz der Actionen von beiden. Wie groß diese sey, sehe ich, indem ich der schwächern so viele Plattenpaare, denen gleich, aus welchen sie besteht, zusetze, oder von der stärkern abnehme, bis allgemeine Ruhe eintritt. — Daß übrigens obiger Versuch vielem, was wir oben sahen, (4 — 9,) zur Bestätigung diene, werden Sie gewiß mit mir gefunden haben. R.

- *) Sehr merkwürdig ist es, daß die Electricitäten sich bei einer Batterie fast in Nichts stören ließen, welche Ritter, nachdem sie zwei Tage gestanden hatte, mit trocknen Händen auseinander

selbe haben Sie auch hier im Momente der Total-schließung, und zwar in beiden Schenkeln, in *a* wie *b*, wobei Sie zugleich noch bemerken, wohin das Abgeleitete verwendet wird.

Fernere Versuche, um die verstärkte Wirkung in geschlossener Batterie zu erweisen, würden überflüssig seyn; sie finden sich in dem Vorigen häufig, und ich hebe sie, um Ihre Geduld nicht ganz zu ermüden, nicht wieder aus. Zwar habe ich nicht umhin gekonnt, Sie im Verlaufe dieser Abhandlung öfters mit Wiederholungen von Sachen zu unterhalten, die Ihnen aus Ritter's meisterhafter Auseinandersetzung längst bekannt waren; doch leitete mich der eigne Gang dieser Untersuchung allein darauf hin, und machte es mir unmöglich, sie zu umgehen.

Nachschrift.

Leipzig den 3ten April 1802.

— — Ich habe im vorigen Briefe, wo ich Ihnen die Resultate des *Galvanifirens der harten Hirnhaut im lebenden Zustande* mittheile, (S. 474,) die GröÙe der Verletzung, die so äußerst merkwürdig war, anzugeben vergessen. Die Fractur und Fissuren betrug in der Länge fast 9 parif. Zoll; sie sassen am mittlern Theile des linken Seitenbeines

nahm, (*Annalen*, B. 8, S. 468 folg.) ich hätte vermuthet, daß sich etwas dem ähnliches zeigen würde, was sich bei der Ableitung findet. R.

an, und erstreckten sich durch das Stirnbein, durch den obern Rand der Augenhöhle bis zur Nasenwurzel, indess sie auf der andern Seite bis nahe an den harten Theil des Schlafbeins herabgingen; die Oeffnung betrug in ihrer größten Breite 2 par. Zoll.

Diesem füge ich ein Paar Bemerkungen bei, die ich erst vor Kurzem gemacht habe.

1. *Batterien aus größern Platten* ziehen das Goldblatt des Galvanometers aus keiner größern Entfernung an, als Säulen aus Platten von kleinerm Durchmesser. Ich sah dieses, in Gegenwart mehrerer gültiger Zeugen, als ich zu gleicher Zeit drei Batterien auf gleiche Art mit Pappen, die mit derselben *Kochsalzauflösung* gleich stark angefeuchtet waren, neben einander aufbaute, die eine aus 22zölligen, die zweite aus $1\frac{1}{2}$ zölligen, und die dritte aus 12zölligen Zink- und Kupferplatten. Jede dieser Säulen bestand aus 30 Schichtungen, und alle drei wirkten völlig gleich stark auf das Galvanometer. — Eine vierte Säule aus 30 Lagen 22zölliger Platten, deren Pappen mit einer Auflösung von *Salmiak* genäßt waren, wirkte stärker auf das Galvanometer, als jede einzelne der drei erstern. Auch gab die mit *Salmiak* errichtete andere Oxyde, stärkere Dendriten u. s. w., als die, deren feuchter Leiter liquides Kochsalz war.

2. Dafs bei *höherer Temperatur* die Metalle auch in höhern Grade leiten, zeigt folgender Versuch: Ich stelle das Goldblatt des Galvanometers so, dafs es eben aufhört, sich nach dem andern Stabe hin-

über zu biegen, wenn es durch Drähte mit den Polen einer beliebigen Batterie verbunden wird. Ich erhitze diese Drähte, schliesse durch sie von neuem, und das Goldblatt schlägt nun über.

3. Zuletzt hier noch eine Stelle aus einem ältern Werke über den Galvanismus, die schon vor 9 Jahren sehr leicht hätte Veranlassung zur Entdeckung der Batterie geben können. Sie findet sich in einem Briefe, welchen Robison den 28. Mai 1792 an Fowler schrieb, und der der deutschen Uebersetzung der Fowlerschen Schrift, (Alex. Monro's und Rich. Fowler's *Abhandlung über die thierische Electricität*, Leipzig 1796,) beigelegt ist. Hier heisst es S. 178 wörtlich also: „Ich hatte eine Anzahl von Zinkstücken von der Grösse eines Schillings gemacht, und sie in eine Rolle von eben so viel Schillingen gebracht. Ich finde, dass *diese Abwechslung*, in einigen Umständen, den Reiz beträchtlich vermehrt, und *hoffe*, aus irgend einem solchen Grunde, eine noch grössere Verstärkung hervorzubringen. Wenn die Seite der Rolle an die Zunge gebracht wird, so, dass alle Stücke von ihr berührt werden, so ist der Reiz sehr stark und unangenehm.“ Wie weit könnten wir seyn, hätte Robison die Nothwendigkeit des feuchten Leiters gekannt, und 1793 die Batterie erfunden.

IV.
NACHRICHT
*von einer sehr in der Nähe beobachteten
Wasserhose,*

vom
Professur C. H. WOLKE
in Jever.

Ihre Annalen von 1801 erinnern mich, daß ich 1796 im December versäumt habe, die Beobachtung einer Wasserhose bekannt zu machen, die von mir auf dem finnischen Meerbusen einige Meilen von Reval, unter sehr günstigen Umständen angestellt wurde. Finden Sie, daß sie die Aufmerksamkeit der Naturforscher verdient, so mögen Sie von dieser Nachricht Gebrauch machen.

Am letzten Juli 1796, als ich mit einem Lübecker Schiffer M — r von Kronstadt abfuhr, um eine Reise nach Deutschland zu machen, wehte zwar auf kurze Zeit ein günstiger Wind aus Osten, doch wurde er schon gegen Abend westlich. Am 5ten Aug. Nachmittags war er Nordwest, und wir kamen dabei lavirend nur wenig vorwärts. Bald darauf entstand eine gänzliche Windstille, so daß das Meer eine Spiegelfläche zu werden schien. In der nordwestlichen Gegend des Himmels erblickte ich eine lang gedehnte Masse dülsterer Wolken von schwarzblauer Farbe, und bald darauf zwei furch-

terlich herab sinkende Zapfen. Mein Schiffer und sein Steuermann, obgleich seit 30 Jahren auf der Ostsee hin und her schiffend, hatten noch nie eine Wasserhose gesehn, aber vieles von ihrer zerstörenden Kraft gehört. Sie erschrakten also, und auf Befehl des Schiffers wurden alle Segel gleich eingezogen. Auch mir war dies Schauspiel, dessen Annäherung ich nach der Beschaffenheit des Windes und unserer Lage erwartete, neu. Ich freute mich innerlich eben so sehr darüber, als es meinen Schiffer ängstigte. Beherzt, suchte ich ihn und meine Mitgefährten zu beruhigen, durch die Vorstellung, daß wir höchstens nur ein wenig Sturm und Regen zu erwarten hätten. Meine Beruhigung fand keine gute Aufnahme. Verdrießlich sagte er mir: „Sie haben gut sprechen, daß keine große Gefahr zu befürchten sey; denn Sie haben nicht, wie ich, ein Schiff zu verlieren.“ Geht das Schiff verloren, guter Freund, erwiederte ich, wer von uns allen hat dann mehr oder minder zu befürchten? Mein Leben gilt mir so viel als Ihnen Ihr Schiff!

Kaum hatten wir den kurzen Wortwechsel beendigt, als eins der Ungeheuer gegen uns her schwebte. Dem Scheine nach hatte es uns zu seinem Ziele gemacht. Der Wind wurde wieder merklich, und wir hätten noch jetzt dem Ueberfalle ausweichen können, wenn der Schiffer nur muthig genug gewesen wäre, geschwind ein Paar Segel herzustellen. Da dieses aber nicht geschah, so mußten wir uns geduldig ergeben, hätte auch das Unge-

heuer, wie der Schiffer fürchtete, als ein gefüllter Schlauch uns und unser Fahrzeug überströmen, in seinen Wirbel aufnehmen, zu der Wolke empor ziehen und wieder herab schleudern können. Der Anblick auf diese anrückende Wasserfäule, die sich von der Meeresfläche bis zu der düstern Wolke erhob, war, da wir sie in einer Entfernung von 100 Schritten wahrnahmen, wirklich schauerhaft. Es schien mir, daß die Tropfen, woraus der Cylinder bestand, nicht senkrecht herabfielen, sondern schraubengängig herabflossen und zum Theil in einer entgegengesetzten Richtung sich hinaufwanden, (vergl. Taf. VI, Fig. 1.) Der Fuß der Säule schien auf einer großen kugelförmig hohlen Schale zu ruhen und mit ihr fortzugleiten. Des Schiffes Höhe, von der ich herabsah, erleichterte es mir, dieses zu bemerken. Um den Rand der Schale kochte die See mit Heftigkeit empor. Eine Menge kleiner und größerer Wassermassen *bbcc* tanzte um sie herum. Sie erhoben sich zugespitzt zu einer Höhe von 12 bis 16 Fufs, und sanken, während andre wieder stiegen, herunter. Eine leichte Wolke von Dünsten *aa*, welche die heftige Bewegung des Wassers erzeugte, schwebte über den tanzenden Spitzsäulen und um sie herum. Man konnte sich dabei des Gedankens an eine mitwirkende Feuerglut nicht enthalten.

Nun wurde die Scene noch feierlicher, als das Getöse des nahen Ungeheuers unsre Ohren durchdrang. Bald hernach stiefs es so auf das Vorder-

theil des Schiffes, dals die Angst, die meine Gefährten erfüllte, sie nicht hinderte, es zu fühlen. Zwei Frauenzimmer aus Wien schrieten auf: Jesus, Maria, Joseph! mein Schiffer: Ach, Herr Jesus, hilf uns! Die übrigen liefsen nur ein Ach! oder ein Ach Gott! hören. Des heiligen Jonas Gebet in dem Bauche seines Wasserungeheuers ist zwar länger, aber wohl nicht inbrünstiger gewesen. Diese ängstliche Aeußerung störte mich in der Ruhe meiner Beobachtung und trieb mich unwillkührlich einen Schritt in die Kajüte hinein, vor deren Thüre ich vorher stand. Doch Alles war nur ein panisches Schrecken; keine Gefahr hatte statt. Die Wasserhose rauschte schnell von vorn nach hinten über uns und unser Schiff hinweg, bespritzte uns nur mit einzelnen Regentropfen von der Gröfse einer Kirsche, und liefs einen Schwefel- und Salpetergeruch nach, *) als, nach alter Sage, der Teufel. Der Schiffer dachte wohl hieran, indem er nun mit entlasteter Brust ausrief: Gott sey Dank! seht, da geht er hin! In demselben Augenblick sprang ich hervor, um den Abzug des zu sehr gefürchteten Ungeheuers zu betrachten.

Es kam mir vor, als wenn unser Schiff den Tanz der Spitzsäulen unterbrochen und den Umfang ihres Springplatzes verringert hatte. Sie erhoben sich nicht gleich wieder zu der Höhe, die ich in gleicher Weite bei ihrem Anzuge wahrnahm.

*) Einen Geruch nach Electricität?

d. H.

Annal. d. Physik. B. 10. St. 4. J. 1802. St. 4.

Kk

Den Durchmesser des aufkochenden Umfanges *ce* schätzte ich auf 130 Fufs, den der Hofe auf 25 Fufs. Es kam mir abermahls so vor, als wenn das Wasser in dem Cylinder sich wie zwei Schrauben von einer Seite herab-, von der andern hinaufwand. Die Lage desselben war nun so, daß die von der Sonne erleuchtete Seite uns in die Augen fiel, welche drei herabhängende Streifen *def* darstellte, wovon der mittellste *e* einen gelben Glanz hatte, die beiden äussern *d* und *f* aber etwas dunkel erschienen. Wir verfolgten dieses angenehme Schauspiel so lange mit unsern Augen, bis es sich verlor.

Aber wie erstaunten wir, da wir uns umfahen, und etwas mehr nach Norden hin noch fünf neu entstandene Wasserhofen *ghikl* erblickten. Doch ich liess meine Freude über das Glück, eine sehr seltene Erscheinung in der Nähe gesehen zu haben, so laut werden, daß sie sich den Herzen meiner Gefährten mittheilte und der Furcht keinen Raum verstattete. Die Segel wurden aufgezo gen und wir fuhren weiter.

Ein hiesiger Landprediger, K., mit dem ich von meiner Beobachtung sprach, erzählte mir, daß er auch zu *Repsholt*, (etwa drei Meilen von der See,) eine Wasserhofe gesehen habe nicht weit von ihm vorüber gehen, bald darauf einige Bauern gekommen wären, die ihm versichert hätten, daß diese Wasserhofe in der Gegend, wo sie herkamen, einen Weiher fast wasserleer gemacht und die Fische desselben auf das Land umher gestreut hätte.

Dürfte man dieses als glaubwürdige Thatfache annehmen: so ließe es wohl die Folgerung zu, daß das Wasser in der Wasserhose mehr von unten aufwärts als von oben herab ginge. Mir dünkt, (doch die Natur zeigt oft mehr Kraft, als wir ihr zutrauen,) daß das schnelle Fortschreiten des Wassercylinders ein Hinderniß werden müßte, eine solche Ausleerung zu Stande zu bringen.

V.

Auszüge aus Briefen und ein Paar Zeitungsartikel.

Ueber Parrot's *meteorologische Theorien*, und die Versuche, welche ihnen zum Grunde liegen. — Versuche über Lebon's *Thermolampen*; Beschreibung ihrer Einrichtung und ihrer Wirkungen. — Narkotische Wirkung des kohlenfauren Gas und des Kohlenstoff-Wasserstoffgas beim Einathmen. — Reizbarkeit des fibrösen Theils des Bluts durch galvanische Electricität und Vitalität des Bluts. — *Columbium*, ein neues von Hatchett entdecktes Metall, und dessen chemische Charaktere. Reines *Nickel* und *Kobalt* werden nicht vom Magnete gezogen. — Pepy's Eudiometer. — Vom Himmel gefallne Steine. — Vauquelin's Zerlegung einer Erde, die gegessen wird. — Curen durch galvanische Electricität, besonders an Taubstummen, in Jever und Stuttgart. — Vergleichender Versuch über die Wirkung der Electricität und des Galvanismus bei einer Lähmung der Gesichtsmuskeln. — Akustische Versuche mit Taubstummen. — Einathmung von oxygenirtem Stickgas und von Sauerstoffgas. — Schwefel-Wasserstoffgas-Bäder.

1. Von Herrn Professor Wrede an den
Herausgeber.

Berlin den 13ten März 1802.

Mit Vergnügen habe ich in den *Annalen* die Versuche des Herrn Professors Parrot in Riga über Meteorologie gelesen. Ich habe schon lange daran gedacht, ähnliche Versuche anzustellen. Im vorigen Sommer schon machte ich die Mitglieder der hiesigen philomatischen Gesellschaft mit einigen meiner Ideen bekannt, indem ich völlig überzeugt bin,

dafs die Mischungsverhältnisse der atmosphärischen Luft bei verschiedener Witterung oft verschieden, und besonders der Sauerstoffgehalt bald gröfser, bald kleiner seyn müsse. Die starke Oxygenirung aller säuerbaren und der Fäulniß unterworfenen Körper nach einem Gewitter, das schnelle Sauerwerden des Bieres und Weines, das Gerinnen der Milch in einem Tage, das geschwinde Faulen der Leichname; dieses und mehr dergleichen spricht sehr für chemische Mischungsveränderungen in der Atmosphäre. Ich habe den ganzen vorigen Sommer vergeblich ein Gewitter hier über Berlin erwartet, um den Sauerstoffgehalt der Luft kurz vorher bei schwüler Hitze, und während des Gewitters zu untersuchen. Die Gewitterwolken gingen immer in zu beträchtlicher Entfernung vorbei. Nur ein einziges Mal hatte ich Gelegenheit, ein sehr nahes Gewitter zu beobachten, doch unter Umständen, wo ich mich blofs auf die Ursach des dem Blitze eigenthümlichen Knalles einschränken mußte, und wo ich genöthigt wurde, von Hrn. Girtanner's Meinung abzuweichen. — Ich behalte es mir vor, Ihnen über Hrn. Parrot's Aufsatz einige Erinnerungen mitzutheilen.

2. Von Hrn. Prof. Böckmann dem jüngern.

Carlsruhe den 26sten Febr. 1802.

— — Herr Parrot zeigt wirklich einen hohen Grad von Scharffinn bei seinen mancherlei aufgestellten Theorien; allein es fehlen ihnen verman-

nigfaltigte und oft wiederholte genaue Versuche. *) So lobenswerth es ist, gemachte Erfahrungen zu erklären, und wenn es angeht, Theorien darauf zu erbauen, so muß dieses doch, glaube ich, nicht zu frühzeitig geschehen, weil sonst der Wissenschaft durch einen zu thätigen erfinderischen Geist oft mehr Schaden als Gewinn erwächst. Wie mißtraulich muß uns nicht die Geschichte der Physik und Chemie gegen zu frühzeitige, öfters übereilt entworfene Hypothesen und Theorien machen? Wie bedächtig und langsam gingen Lavoisier und seine Gehülfen, auch bei den günstigsten Umständen, zu Werke, um das neue schöne System zu gründen? Und dennoch fehlt es in den neuesten Zeiten nicht an mancherlei Einwürfen gegen die vollkommene Tüchtigkeit desselben; Einwürfe, die es, bei ihrer erwiesenen Gründlichkeit, gewiß in seinen Grundpfeilern erschüttern müßten, wenn man auch gleich, aus Gefälligkeit, solche nur kleine Berichtigungen zu nennen beliebt.

*) Im nächsten Stücke der Annalen findet der Leser die sehr beachtungswerthen Einwürfe des Herrn Professors Böckmann gegen die Parrotischen Versuche denen er Schritt für Schritt folgt, und gegen den darauf gegründeten Schluß, daß das atmosphärische Wasser im Sauerstoffgas der Luft aufgelöst sey; auf sie beziehn sich die Aeußerungen in diesem Briefe.

3. Von Herrn Dr. Joh. Jak. Wagner an den Herausgeber.

Salzburg den 8ten Febr. 1802.

— — Herr Prof. Frischeisen fährt fort, mit dem Galvanismus zu experimentiren. Er operirte neulich ein Paar Blinde, deren jeder noch während der ersten Operation in einigem Grade wieder sehen konnte. Die Operation ist noch nicht geendigt. Auch einige Harthörige fühlten vom Galvanisiren große Erleichterung.

Ein Versuch, die *Thermolampen* im Kleinen nach ihrem Wesentlichsten darzustellen, gelang sehr gut. Aus einer Glasretorte, die mit dem pneumatischen Apparate in Verbindung stand, wurde aus Holzspänen kohlenfaures Wasserstoffgas entbunden, über kautische Lauge geleitet, um die Kohlen Säure abzufondern, und an einer Oeffnung des Recipienten, die mit einem Hahne verschlossen werden konnte, entzündet. So wurde ein hellleuchtender, sehr wärmender und starker Strom von brennendem Gas erhalten, der eine halbe Stunde anhielt, ungeachtet noch nicht viele Späne verbrannt waren. Das Schmelzen der Retorte, (die nicht beschlagen war, und nur in Ermangelung einer andern zum augenblicklichen Versuche dienen sollte,) machte dem Versuche ein Ende. *)

*) Nach dem, was theils der Bürger Philipp Lebon, Ingenieur des Sträßsen- und Brückenbaues in Paris, der Erfinder der sogenannten *Thermolampes*, von ihnen bekannt gemacht hat,

Vor kurzem hatte ich Gelegenheit, an mir selbst
Beobachtungen über die Wirkung des *kohlenfauren*

(worin er sich indess nicht als gründlicher Chemiker zeigt,) theils Augenzeugen von dieser Erfindung und ihrer Wirkung im *Journal London und Paris*, 1801, St. 7, S. 206 f., und in der *allgemeinen Zeitung*, 1801, Nov., S. 1218 und 1296, erzählen, besteht die sogenannte Thermolampe in einem Ofen, worin bei Kohlenfeuer, Holz in einem eingeschlossnen Raume verkohlt wird, und die flüchtigen Produkte, wie bei der oben erwähnten mit einem Gasapparate verbundenen Destillation aufgefangen, die dunstartigen condensirt, und das brennbare Gas, (ob geschieden vom kohlenfauren Gas oder nicht, ist aus den Beschreibungen nicht zu ersehen,) verbrannt wird, wobei dieses nicht bloß leuchten, sondern auch wärmen soll. Lebon erhielt auf seine Erfindung schon im Jahre 7 ein *Brevet d'invention* und im October 1801 ein Patent, als auf ein vervollkommenetes Verfahren die Brennmaterialien zum Leuchten und Wärmen zu nützen. Da bis jetzt aber davon noch kein anderer Gebrauch gemacht worden ist, als daß Lebon seit dem Brümair alle Decaden einmahl seine Wohnung *Rue St. Dominique*. No. 1517, mit Thermolampen illuminiert, und dieses für 3 Francs die Person sehen läßt; auch in keiner der physikalischen und chemischen Zeitschriften Frankreichs der Thermolampen bis jetzt gedacht worden ist, (er selbst wünscht, daß eine Subscription auf sie eröffnet werde;) so scheinen diejenigen allerdings nicht zu irren, welche die Thermolampen,

Gas und des Kohlen-Wasserstoffgas auf den menschlichen Körper anzustellen. Ich war bei einem che-

(wenigstens in ihrem jetzigen Zustande,) mehr für eine belustigende physikalische Spielerei, als für eine Erfindung von grossem Nutzen erklären. — *Lebon's Thermolampe*. (Verkohlungsofen,) besteht aus zwei in einander befindlichen Cylindern aus Eisenblech. Im Innern, der die gehörigen Luftzüge hat, wird mit Kohlen oder Torf geheizt. Der Zwischenraum zwischen ihm und dem Aeussern, rings umher luftdicht schliessenden Cylinder, wird mit dem zu verkohlenden Holze gefüllt. Eine Röhre leitet die elastischen Flüssigkeiten, die beim Verkohlen entweichen, durch ein Kuhlfaß mit einer Schlange, um das brenzliche Wasser, die brenzliche Holzsäure und das brenzliche Oehl zu condensiren, und von den Gasarten, (*kohlensaures Gas und Kohlen-Wasserstoffgas*.) zu trennen. Diese Gasarten werden überdies gewaschen, um sie möglichst von allen brenzlichen, übelriechenden Theilen zu befreien, zu welchem Ende *Lebon* sie durch ein Faß voll Wasser steigen läßt, wo sie durch ein Brett mit vielen kleinen Löchern hindurch gehn müssen; dieses Wasser wird dadurch ganz schwarz. (Nur wenn es sehr kalt, oder, wie in dem oben beschriebenen Versuche, mit ätzenden Alkalien oder Kalk geschwängert wäre und heissig erneuert würde, könnte es das kohlensaure Gas abscheiden.) Das gewaschene Gas wird dann durch sehr dünne Röhren, die im Gefäße, in der Decke und im Boden versteckt sind, an die Orte hingeleitet, wo man es, nach Oeff-

mischen Prozesse gegenwärtig, wo, (ohne die Absicht des Unternehmers,) viel kohlenfaures Gas und

nung eines Hahns, anzünden und dadurch zum Warmen und Beleuchten der Zimmer brauchen will. „Die größte Unbequemlichkeit dieser Thermolampen, wenigstens jetzt noch, ist der unangenehme Geruch, den sie verbreiten; nach Lebon's Behauptung würde indess das Gas diesen Geruch ganz verlieren, liesse man es hinter einander mehrmahls durch Wasser steigen; auch ist das Licht nur matt, zu flackernd und zu sehr mit kleinen Fönkchen fremdartiger Körper vermischt.“ (Beides ist dem brenzlichen Oehle zuzuschreiben, welches nicht alles, und eben so wenig wahrscheinlich das kohlenfaure Gas, vom Wasser verschluckt wird. Gesetzt indess auch, beides wäre der Fall, so würde doch beim Verbrennen des Kohlen-Wasserstoffgas Wasser und kohlenfaures Gas, und zwar letzteres in beträchtlicher Menge, erzeugt; würde daher nicht zugleich auf Mittel gedacht, dieses sogleich wieder aus dem Zimmer durch eine Röhre abzuführen, so müßte man schon deshalb anstehen, Thermolampen in Zimmern anzubringen.)

Lebon bedient sich zweier Oefen, eines kleinern, um seine 5 Zimmer zu erleuchten, und eines größern Ofens zur Illumination des Gartens, der an seine Wohnung grenzt. Ersterer faßt 60 Pfund Holz, wird Abends um 6 Uhr angezündet, giebt eine halbe Stunde nachher, wo Zuschauer hineingelassen werden, schon brennbares Gas genug, um die 5 Zimmer zu erleuchten und zugleich eins derselben, wie Lebon

Kohlen-Wasserstoffgas sich entwickelten. Das Gas wurde zwar nicht geprüft, aber die Natur der be-

behaupet, zu erwärmen, und vermag die Erleuchtung bis 5 oder 6 Uhr Morgens zu unterhalten. Nach Lebon's Berechnung liefert eine Voie Holz brennbares Gas genug, um so stark und lange leuchten zu können, als 130 Talglichter, und die rückständige noch warme Kohle soll nur $\frac{1}{2}$ vom Gewichte des verkohlten Holzes betragen, so daß $\frac{1}{2}$ von diesem als elastische Flüssigkeiten davon gingen. Ferner soll das dicke brenzliche Oehl als Theer und die brenzliche Holzsaure, (nach Va u quelin's Entdeckung nichts anderes als Essigsäure, mit ein wenig brenzlichem Oehl vermischt,) zu dem meisten Manufacturgebrauch, z. B. zur Bereitung des Grünspans, des Bleiweis u. s. w., statt der Essigsäure zu brauchen seyn, vielleicht auch zu manchem ökonomischen Gebrauche, da sie es ist, welche Fleisch, Speck, Fische u. s. w. beim Räuchern durchdringt und sie gegen Verderbniß schützt, sie auch eine ähnliche Wirkung auf das Leder hat. — In dem ersten der 5 Zimmer, welche Lebon mit dem kleinern Ofen erleuchtet, brennt das Gas wie in einer Art von Argandscher Lampe, mit kreisrunder Flamme, in einer Glaskugel, und verbreitet dabei so viel Helle, daß das ganze Zimmer angenehm erleuchtet wird; auch etwas Wärme, doch nicht so viel, daß man sich ankühlen Herbstabenden; der vielen Zuschauer ungeachtet, nicht noch nach einem Kaminfeuer sehnen sollte. Im zweiten Zimmer brennt es auf zwei kerzenförmigen Lichtstöcken, und in den folgenden bald in

handelten Körper liefs nicht zweifeln, dafs es diese beiden Gasarten waren, die sich entbanden. Ich

Wandleuchtern, bald als Heiligenschein um das Haupt einiger Statuen, oder in der Fackel einer Statue, bald auf Kronenleuchtern, bald als Flammenfeston auf einem Dreifusse u. s. w. Die Röhren, welche das Gas nach diesen Stellen hinleiten, sind sehr dünn, so dafs sie sich in dem Getäfel, im Plafond oder unter dem Fußboden verstecken liefsen. — Mit Hülfe des gröfsern Verkohlungs-cylinders illuminirt Lebon die ganze Façade des Gebäudes, einige Bassins und eine Grotte im Garten. In der *allgemeinen Zeitung*, 1801, S. 1296, wird eine solche Illumination, wie sie im Brümair zu sehn war, folgendermassen beschrieben:

„Das Haus, welches Lebon zu seinen Versuchen gewählt hat, ist ein blofses rez-de-chauffée von 6 Zimmern, das einen kleinen Garten hat. Haus und Garten waren auf das vollkommenste von einem blassen, sehr angenehmen Lichte erleuchtet. In einem Zimmer brannten rings um den Rand einer grossen Urne hundert kleine Flammen; in einem andern kamen sie über dem Kamine und an den Wänden in Wandleuchtern hervor; ein drittes erleuchtete eine Flamme, die mitten in einer Glaskugel brannte; und ein viertes eine Menge von Flammen auf einem Kronenleuchter. Die Façade des Gebäudes war mit einer brennenden Guirlande umgeben. Eine Stau-de im Garten trug Blumen aus Licht. In den Büschen brannten kleine Flammen; ein Bassin war mit Flammen bedeckt, und eine Grotte wurde durch Flammen illuminirt, die aus den Stein-

nahm mich vor dem Einathmen derselben nicht sehr in Acht, und mochte wohl eine ziemliche Menge

ritzen hervordringen, und eine treffliche Wirkung thaten. Diese ganze Erleuchtung bewirkte ein einziger kleiner Ofen, der in einem der Zimmer stand, und worin ein Kohlenfeuer brannte. Verschiedne Blechröhren gingen aus ihm nach den andern Zimmern und nach dem Garten. Das Gas entzündete sich schon 6 Zoll von der Oeffnung der Röhren, und gab grössere oder kleinere Flammen, nachdem die Oeffnung weit oder enge war. Der Wind trieb die Flamme fort, ohne sie zu verlöschen; so bald der Windstoss nachliess, kehrte sie zurück. Der Geruch, den das ausströmende Gas auf die Hand zurück liess, war unangenehm. Im Ganzen strömte das Licht aus mehr als tausend Röhren, die, in einem Zimmer vereinigt, eine unerträgliche Glut würden gegeben haben.“

Noch füge ich hier folgende Stelle bei, aus einer Notiz über den Aufenthalt des Grafen von Rumford in Paris, in der *Décade philosophique*, An. 10, No. 5, p. 312. — „Graf Rumford bemerkte, dass er seit der Bekanntmachung seiner Werke mehrere neue Vorrichtungen erdacht habe, deren einige von grossem Nutzen sind, und theilte sie in Modellen mit. Sie betreffen vorzüglich weitere Verbesserungen in der Oekonomie des Kochens und Heizens; und man darf behaupten, dass er diese Kunst fast bis zum Aeussersten vervollkommenet habe. Er traf mit dem Bürger Lebon in der Idee der *Thermolampen* zusammen, und leitete aus ihr ein Mittel ab, Zim-

davon eingeathmet haben, als ich meine Sinne beträchtlich erregt fühlte. Die Erregung ging endlich in eine Art von Berausung über, die mich außerordentlich heiter machte, und bei der mein Puls äußerst stark und schnell schlug. Die Berausung dauerte den Abend fort, und Nachts verfiel ich in einen dumpfen Schlaf, aus dem ich Morgens mit einem Gefühle von gänzlicher Atonie und Lähmung im ganzen Körper erwachte, das ich mich nie gehabt zu haben erinnere. Diese äußerst lästige Niedergeschlagenheit dauerte, mit einigem Schwindel verbunden, fast drei Tage fort, bis sie endlich ohne angewandte medicinische Mittel von selbst wich. Eine Erfahrung, die mir für die Vermuthung zu sprechen scheint, daß kohlenfaures Wasserstoffgas das *narkotische Princip* sey; im Opium und Kaffee wirken wenigstens diese Bestandtheile gewiss. Wäre die Wirkung dieses Mahl nicht so gar un-

mer ohne Lampen oder Lichter, und ohne Verlust an Brennmaterial zu erleuchten. Eben so kam er zugleich mit dem Bürger Montgolfier auf eine Vorrichtung, dem Ranche die Wärme zu benehmen und sie zu benutzen, wodurch dieser specifisch schwerer als die atmosphärische Luft wird, und statt zu steigen, sinkt. Es läßt sich voraussehn, daß, wenn man diese Erfindung weiter verfolgt, die Schornsteine entbehrlich werden, und wir aller Unannehmlichkeiten, die sie und die Kamine mit sich führen, überhoben werden dürften.“

d. H.

angenehm gewesen, so würde ich mich wohl entschlossen haben, den Versuch absichtlich zu wiederholen, und das Verhältniß der beiden Gasarten dabei zu bestimmen.

4. Aus einem Briefe an Volta, von J. Tourdet, Prof. an der Medic.-Schule zu Straßburg.

— — Ein Versuch, der mir für einen der streitigsten Punkte der Physiologie, nämlich für die *Vitalität des Bluts*, entscheidend zu seyn scheint, ist folgender, den ich mir ein Vergnügen mache Ihnen mitzutheilen. Setzt man den *fibrösen Theil des Bluts*, der zurückbleibt, nachdem man alle wässrige Feuchtigkeit, das Blutwasser u. s. w., abgeschieden hat, der Einwirkung Ihrer Säule, bei einer Temperatur von ungefähr 30° R. aus, so gerüth er in Zitterungen, in ein Oscilliren, und in Palpitationen, denen analog, welche das Fleisch eben erst getödteter Thiere zeigt; *eine doppelte Bewegung, eine zusammenziehende und eine dilatirende*, die sich mittelst einer Loupe wahrnehmen läßt, und welche die charakteristische Eigenschaft der Lebenskraft ausmacht, womit die Muskeln, die Haut und ähnliche Theile begabt sind. *)

*) (Aus der *Décade philosoph.*, A. 10, N. 3, p. 179.)

Sollte sich die Richtigkeit dieses Versuchs bestätigen, (ich selbst habe ihn noch nicht näher prüfen können,) so hätten wir in ihm das erste, über allen Zweifel erhobne Beispiel von Contractionen

3. Auszug aus einem Schreiben des englischen
Chemikers Chenevix, an den Prof. Pictet in
Genf, Herausgeber der *Bibliothèque*
Britannique.

London den 1sten Dec. 1801.

— — In der letzten Sitzung der Königl. Societät hat unser Freund Hatchett eine sehr interessante und meisterhafte Abhandlung über ein *neues Metall* vorgelesen, welches er entdeckt hat. Sie wissen, daß er und Dr. Grey schon lange damit beschäftigt sind, die Mineralien-Sammlung des brittischen Museums zu ordnen. In der Sammlung Sloane's fand sich eine amerikanische Stufe, die sie anfangs für chromiumsaures Eisen hielten. Um sich davon zu vergewissern, unterwarf Hatchett 200 Gran einer chemischen Analyse, durch die er es als

im fibrösen Stoffe, (der auch die Muskelfasern bildet,) durch galvanische Electricität, ohne Vermittelung von Nerven; vielleicht, daß er auch zu Aufschlüssen über den eigentlichen Mechanismus bei den Muskel-Contractionen führte. — Ob der Faserstoff, wenn er aus dem Blute geschieden wird, und sich dabei in fibröser Gestalt coagulirt, sich nicht auch chemisch verändert, ist unbekannt. Er könnte daher wohl in seiner fibrösen Gestalt die beschriebne Reizbarkeit zeigen, ohne daß sie ihm, in dem Zustande, in welchem er sich vereinzelt im Blute befindet, zukäme, ob ich gleich dieses keinesweges als das Wahrscheinlichere annehmen möchte.

d. H.

als ein eigenthümliches neues Metall erkannte. Hier einige Charaktere desselben.

Es wird durch Salpetersäure acidifirt; die Säure, in die es sich auf diesem Wege verwandelt, ist von weißer Farbe, fast unauflöslich im Wasser, röthet die blauen Pflanzenläfte, treibt die Kohlensäure aus den milden Alkalien, und bildet mit diesen krystallisirbare Salze. Aus diesen durch stärkere Säuren niedergeschlagen, ist sie in den Säuren unauflöslich. Gallussäure giebt damit einen schönen orangefarbenen, blausaures Kali einen orangegrünen Niederschlag, und mit allen Reagentien verhält sich das Metall auf eine Art, die es nicht zweifelhaft läßt, daß es ein eigenthümliches Metall ist. Die Versuche wurden in meinem Laboratorio und in meiner Gegenwart angestellt. Etwas von der Säure wurde $1\frac{1}{2}$ St. lang in einem Blackschen Ofen in einem Tiegel erhitzt; die weiße Masse war schwarz geworden, welches vielleicht ein Anfang von Reduction war. Wir fällten es durch Phosphorsäure, und hofften es in meiner Esse, worin ich in 20 Minuten einen heftigen Tiegel so schmelze, daß man keine Spur davon mehr wahrnimmt, in eine Verbindung mit dem Phosphor zu bringen; allein umsonst. Hatchett nennt sein neues Metall *Columbium*.

Nickel zu erhalten, den der Magnet nicht zieht, mißglückt mir nie; und ich besitze jetzt schon über 2 Unzen solches völlig reinen Nickels. Auch habe ich Kobalt erhalten, den der Magnet nicht zieht,

und besitze davon schon über 800 Gran. Beide Mengen bestimme ich zu einer eignen Arbeit über diese Halbmetalle, da sie ganz rein sind.

Pepys hat ein artiges *Eudiometer* erfunden. Er bedient sich dazu salzsauren Eisens, das mit Salpetergas geschwängert ist. Dieses wird in eine Flasche aus Kautschouk gethan, an welcher sich eine kleine gläserne Röhre mit einer Schraube befindet, die in eine kleine graduirte Flasche hinein paßt, in welcher sich die zu untersuchende Luft befindet. Durch Zusammendrücken der Kautschouk-Flasche treibt man wiederholt die Flüssigkeit in diese Flasche, wobei sich der Sauerstoff sogleich absorbirt. Oeffnet man den Apparat in einem Glase, so hat man die Resultate. Der Apparat ist noch minder voluminös als der Humboldtische.

6. Vom Himmel gefallne Steine.

London den 2ten März 1802. — — Man hat hier aus Hindostan Stückchen von Steinen, die vom Himmel gefallen sind, erhalten. Sie enthalten viel Schwefelkies, gleichen in allem denen, die vor einiger Zeit in England vom Himmel fielen, und sind wahrscheinlich Produkte einer sehr entfernten vulkanischen Eruption. (*Moniteur*, No. 166, An 10.)

7. *Chemische Analyse der Erde, welche die Einwohner Neu-Caledoniens essen, von Vauquelin.*

Herr von Humboldt versichert in einem seiner Briefe an Fourcroy, eine amerikanische Völkerchaft am Oronocco lebe die 3 Monat über, wo der Strom zu hoch ist, um Schildkröten zu fangen, fast ganz von einer Erde, die sie leicht brennen und benetzen, und wovon einige täglich $1\frac{1}{2}$ Pfund essen, ohne sie, wie die Missionäre behaupteten, mit Krokodillfett zu mischen; und er meint, befeuchtete Erde könne vielleicht durch Zersetzung der Luft oder durch andere chemische Verwandtschaften nähren. — Labillardière bemerkte in Neu-Caledonien etwas Aehnliches. Wenn die Einwohner vom Hunger gequält werden, essen sie eine ansehnliche Menge eines grünlichen Specksteins, der weich und zerreiblich ist. Vauquelin wünschte zu wissen, ob diese Erde wirklich nahrhafte Theile enthalte, und erhielt einige Stückchen von Labillardière zur chemischen Untersuchung. Diese Erde fühlt sich weich und sanft an, besteht aus dünnen Fasern, die sich leicht trennen lassen, und verliert gebrannt 0,04 an Gewicht. Sie enthält in 100 Theilen:

37 Th. reine Kalkerde	Es befindet sich fol-
36 Th. Kieselerde	lich in ihr kein nahr-
17 Th. Eisenoxyd	hafter Theil, und
3 bis 4 Th. Wasser	sie kann zu weiter
2 bis 3 Th. Kalk und Kupfer	nichts dienen, als

den Magen zu füllen; welches eine Art von mechanischem Mittel zu seyn scheint, die Qualen des Hungers zu lindern. Es ist sehr begreiflich, wie eine wilde Völkerschaft, die dem Mangel oft so preis gegeben ist, das sie, um den Hunger zu stillen, Magen und Eingeweide mit einem erdigen Stoffe füllen muß, der keine andere Eigenschaft, welche ihn zur Nahrung fähig machen könnte, hat, als daß er leicht und zerreiblich ist, dahin kommen konnte, ihre Kriegsgefangnen zu fressen. (*Bullet. des sc. de la soc. philom.*, No. 55, An 10.)

3. *Curen durch galvanische Electricität.*

a. *Aus einem Schreiben des Herrn Prof. C. H. Wolke an den Herausgeber des Reichsanzeigers*, Jever den 3ten März 1801; (abgedruckt im Reichsanzeiger, No. 73, S. 380.) „Sie verlangen von mir ein Zeugniß der Wahrheit über die in meiner Vaterstadt gemachten Galvani-Voltaischen Versuche zur Herstellung des Gehörs. — — Als Augenzeuge der seit dritthalb Monaten geschehenen Gehörherstellungen, (S. 380,) versichere ich daher, daß schon mehr geschah, als davon dem Publikum bekannt geworden ist. Als Mitzeugen könnte ich, wenn es erforderlich wäre, eine Menge Personen namentlich aufführen. — — In meiner Schrift, die gegen Oltern gedruckt seyn wird, werde ich umständlich, dem gehaltenen Protokolle gemäß, mehr als 20 Beispiele von *Taubstummen*, die sich nun ihres Gehörs erfreuen, und von einigen *Harthörigen*,

die nun leichter hören, beschreiben, und zugleich eine Nachricht von Hrn. Apotheker Sprenger's glücklich entdeckter Methode, durch die Voltaische Säule das Gehör herzustellen, mittheilen. —

Es ist nichts neues, daß eine solche für die Menschheit wichtige Sache im Anfange einigen Widerstand findet. Es ist zu hoffen, daß unsre jetzigen Taubstummen-Institute unter dem Beistande geschickter Aerzte sich bald in erfreulichere *Lehr- und Gehörge-Anstalten* verwandeln werden; und in dieser Verwandlung werden sie auf immer nothwendig und wohlthätig bleiben. —

b. *Erfolg von Curen durch galvanische Electricität, welche von dem Leib-Medicus Dr. Reufs in Stuttgart an mehr als 50 Patienten versucht worden;* (aus einem Briefe aus Stuttgart vom 22sten Febr. 1802, im Reichsanzeiger, No. 73, S. 906.) Zwei taubstumme 14jährige Mädchen erhielten in wenigen Wochen durch die Voltaische Electricität die Fähigkeit, zu hören, und machten bisher sehr gute Fortschritte im Buchstabiren und Nachsprechen der ihnen mit gewöhnlicher Stimme vorgesagten Worte, so daß sie durch fortgesetzten guten Unterricht die deutsche Sprache gehörig erlernen werden. — Ein 4jähriger taubstumm geborner Knabe gab nach einigen wenigen Versuchen schon deutliche Zeichen erhaltner Gehörfähigkeit für stärkern Schall in der Nähe. — Bei 2 taubstumm gebornen jungen Männern bewirkte die galvanische Electricität in 9 Wochen keine merkbare Veränderung im

Hören; erst in der zehnten Woche stellte sich einige Gehörfähigkeit ein. Dagegen erhielt ein über 30 Jahr alter *taubstumm* Geborner nach etwa 20 Versuchen das Gehör schon so weit wieder, daß er das Schlagen einer Taschen- und Wanduhr und die Töne eines Klaviers hörte. — Von *Schwerhörnden*, meist Erwachsenen, die theils seit mehrern Jahren an vermindertem Gehöre gelitten hatten, theils aus Reizunfähigkeit der Gehörnerven wirklich taub waren, sind einige hergestellt, andere erleichtert worden, und es werden daher die Versuche mit ihnen noch fortgesetzt. Bei einigen blieben fortgesetzte Versuche fruchtlos, wie denn überhaupt kein Mittel in allen ähnlich scheinenden Fällen sich immer gleich wirksam zeigt; indess hatte kein Patient über Vermehrung des Uebels oder andern Schaden zu klagen, da man die galvanische Electricität immer mit Vorsicht angewandt hatte. Bei mehrern mußte die Cur, wegen Rheumatismen, verschoben werden. — Dasselbe gilt von verschiednen *Augenpatienten*, die zum Theil noch in der Cur sind, und schon merkliche Besserung verspüren; auch von mehrern Personen, die an einem *Mangel an Erregbarkeit* in bestimmten Organen leiden.

c. *Wirkung der Electricität und des Galvanismus bei einer Muskel-Lähmung, beobachtet vom Bürger Hallé, (aus dem Bulletin des sciences de la soc. philom., No. 52, An 9, p. 31.)* Ein Mann, dem alle Muskeln an der linken Seite des Gesichts und selbst die untern Muskeln des linken Aug-

apfels durch einen Fluß gelähmt waren, den die Kälte erzeugt hatte, war mehrmahls *electrified* worden, ohne daß an dieser Stelle durch electriche Funken die mindeste Sensation oder Contraction bewirkt wurde; kaum daß bei Erschütterungsschlägen im großen Lippenmuskel einige Zuckung zu bemerken war. — Als man dagegen die Enddrähte einer Voltaischen Säule aus 40 Lagen mit Stellen der kranken Backe, die mit Wasser genäßt waren, in Berührung brachte, geriethen im Augenblicke, wo die Kette geschlossen wurde, alle Gesichtsmuskeln in Contractionen. Der Kranke empfand in ihnen einen Schmerz und eine sehr unangenehme Hitze; das Auge bekam Convulsionen, und vergoß unwillkührlich Thränen, und an den berührten Stellen zeigte sich Röthe und Geschwulst. Diese vergleichenden Versuche über die Wirkung der Electricität und des Galvanismus wurden an mehreren Tagen wiederholt. Hallé bemerkte, daß die Muskeln noch einige Minuten nach dem galvanischen Schlage zusammengezogen blieben. Brachte er an sich selbst die Enddrähte in der Gegend der Speicheldrüsen an, so empfand er einen stechenden Schmerz, Wärme und einen leichten metallischen Geschmack.

9. *Akustische Versuche mit Taubstummen.*

Aus diesen Versuchen, die in der Schule der Taubstummen in Paris am 19ten Febr. dieses Jahrs angestellt wurden, ergab sich, daß die meisten

Taubstummen die äußerst schneidenden Töne einer mit dem Bogen gestrichnen Glasplatte oder Glasröhre hörten; sie äußerten ihr Erstaunen über diese ihnen ganz neue Art von Wahrnehmung. Ein junges Mädchen empfand nichts von diesen Tönen. Ein andres taubes Kind, das gleichfalls nicht das mindeste von den allerschneidendsten Tönen vernahm, zeigte dagegen beim Spiele einer sogenannten *Nägel- oder Stahl-Harmonika*, die zwar einen sehr lieblichen, aber doch nur einen schwachen Ton hat, so daß man ihn kaum durch den ganzen Saal hindurch hörte, das lebhafteste Vergnügen, und hörte alle diese Töne sehr wohl. Vielleicht, daß die Taubheit derer, die nur die schneidendsten Töne hören, von einer allzu starken Spannung des Trommelfells herrührt, indess diese Membrane bei denen, die nur die sanften Töne hören, allzu schlaff, und bei denen, die beide nicht empfinden, ganz gelähmt ist. (*Moniteur.*)

10. *Medicinische Versuche mit Gasarten.*

(Aus einem Schreiben Beddoes an Delamétherie im *Journ. de Phys.*, t. 53, A. 10, Brum., p. 405.). Die Wirkungen der Einathmung des *oxygenirten Stickgas* sind so auffallend, daß der Unglaube an das, was davon erzählt wird, sehr natürlich ist. Die Versuche damit sind indess sehr oft wiederholt worden, und haben immer dieselben Resultate gegeben. Ich habe es mit sehr gutem Erfolge zur Heilung von Paralytischen und zur Restauration

tion delabrirtes Temperaments gebraucht. — Ich habe junge Katzen und Kanarienvögel mehrere Monate hindurch täglich acht bis zwölf Stunden lang in Sauerstoffgas, das durch Hitze aus Braunsteinoxyd übergetrieben war, erhalten. Ihre Gesundheit schien dadurch nicht gelitten zu haben; aber in ihrem Wachstume und ihrer innern Organisation fanden sie sich im Vergleiche mit andern von demselben Wurfe unglaublich verändert. Ich bin im Begriffe, die Beschreibung dieser Versuche mit den nöthigen Kupfern versehen, herauszugeben.

11. Schwefel - Wasserstoffgasbäder.

Polizeypräfector, Paris den 11ten Vent., J. 10,
(aus dem *Moniteur*, No. 162, An 10, p. 646.)

Das Tribunal der *police correctionelle* hat am 23ten des vorigen Monats ein Erkenntniß gefällt, welches die bürgerliche Gesellschaft wesentlich interessiert. Georg Guiétand, Apotheker, hatte der Demoiselle Oxelli ein Bad aus Schwefel-Wasserstoffgas bereitet. In dem kleinen Zimmer, dessen Fenster geschlossen waren, wurden unter und neben die Badewanne zwei Becken mit glühenden Kohlen gesetzt. Diese zogen gar bald der Dem. Oxelli eine vollkommne Asphyxie zu. Das aus ihnen aufsteigende kohlenlaure Gas scheint wenigstens die vornehmste Ursach ihres plötzlichen Todes gewesen zu seyn; denn freilich waren alle Anstalten mit so großer Nachlässigkeit getroffen, daß

auch das Schwefel - Wasserstoffgas aus der Badewanne entweichen, und die Patientin ersticken konnte. Während einer so wichtigen, die äußerste Vorsicht erfordernden Behandlung, hatte der Bürger Guiétand die Kranke in ihrem Bade allein gelassen, und während seiner Abwesenheit wurde die Badewanne von unwissenden Leuten aufgerissen, da dann die schon in Ohnmacht gesunkne Kranke noch vollends vom Schwefeldampfe getödtet werden mußte.

Der Polizeypräfect hat diese Thatfachen bei dem Tribunal der *police correctionnelle* angezeigt, und dieses den Bürger Guiétand für schuldig erklärt, durch Unvorsichtigkeit und Sorglosigkeit mit an dem Tode der Dem. Oxelli Schuld gewesen zu seyn. In Rücksicht der Dienste, die er in den andern Zweigen seiner Kunst der bürgerlichen Gesellschaft geleistet habe, verdammt es ihn indess nur zu einer Geldstrafe vom doppelten Belang seiner mobiliaren Contribution, und verboth ihm, je wieder Schwefel - Wasserstoffgasbäder ohne vorgängige Untersuchung und Beistimmung der Gesundheitsbeamten zu reichen.

VI.

PREISFRAGEN.

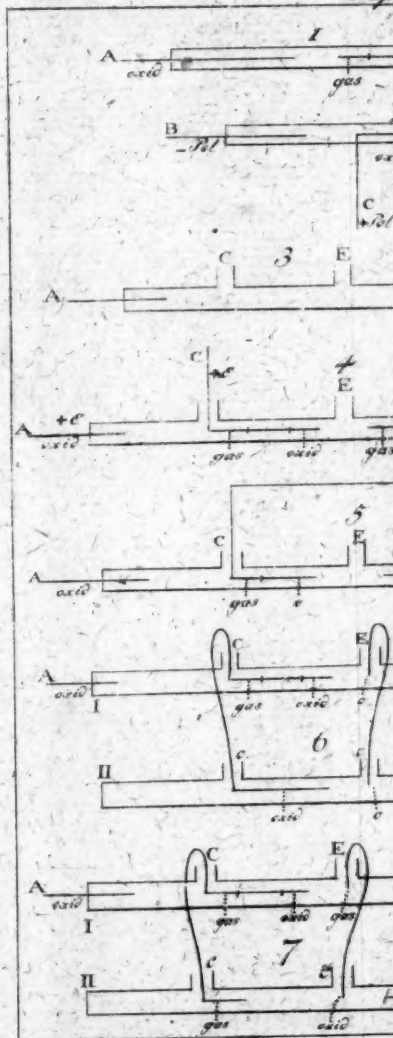
1. Man pflegt täglich *Salze* mit *Fleisch-* und *Kräuterbrühen*, *Tisänen* u. dergl. zu vermischen, ohne recht zu wissen, ob diese salzigen Stoffe dadurch verändert, oder selbst zerlegt werden. Das *Collegium der Pharmacie zu Paris* setzt deshalb den vom *Präfecten* des *Seine-Departements* gestifteten Preis, eine goldne *Schaumünze*, 600 *Francs* an Werth, auf folgendes: *Durch genaue Versuche zu bestimmen, was mit den gebräuchlichsten Salzen, (schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Talkerde, weinstein-saurem Kali, Natron und Spiesglanz, und oxygenirt-salzsaurem Quecksilber,) vorgeht, wenn man sie unter Tisänen, Kräuter-Decocte, Fleischbrühen, Molken und Kräutertränke mischt.* Es werden *Concurrenten* aus allen *Landen* zugelassen; die *Schriften* müssen *französisch* oder *lateinisch* geschrieben, und vor dem 1ten *Vendem.* Jahr 11 an den *Bürger Bouillon-Lagrange*, *Vorsteher* des *Collegiums* und *General-Sekretär* der *pharmac. Gesellschaft*, *eingesandt* werden, und die *Preisvertheilung* ist im *Brumaire J. 11.*

2. Die *Nacheifungsgesellschaft zu Rouen* setzt eine goldne *Medaille*, 600 *Fr.* an Werth, die im *Juli*

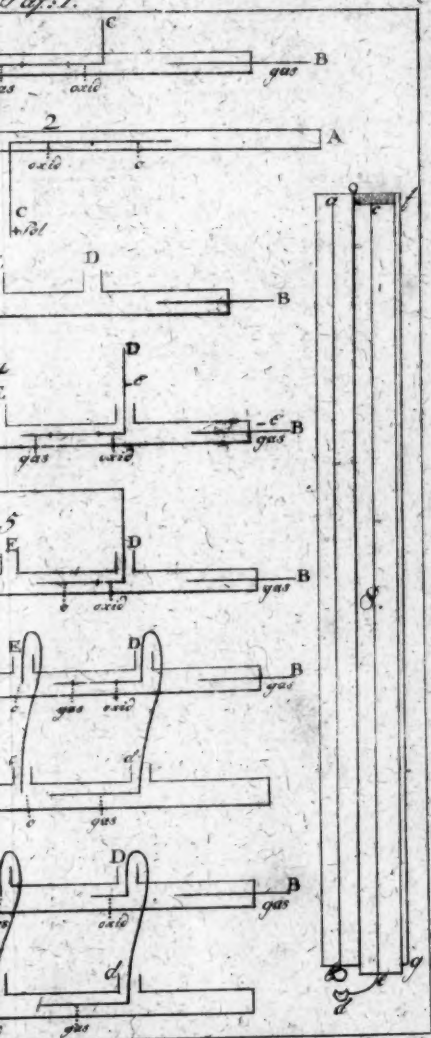
1803 zuerkannt werden soll, auf die *Anzeige eines Verfahrens*, *gesponnene Baumwolle so roth, wie die sogenannte ostindische zu färben*, wobei nicht mehr als 6 *Aberocknungen* nöthig sind. Die eingefandten Proben müssen Seife und Salpetersäure aushalten.

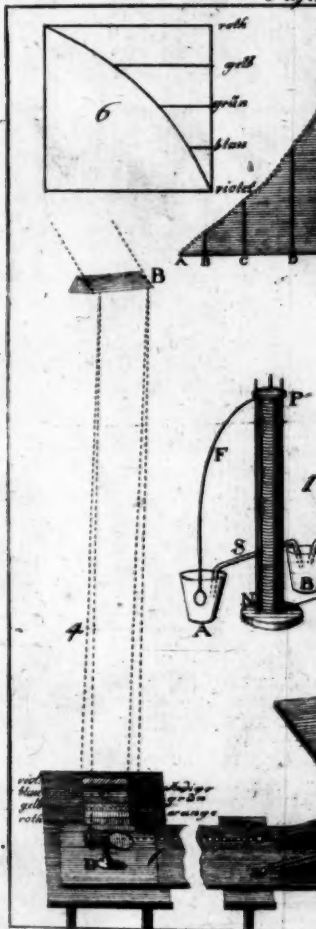
Druckfehler.

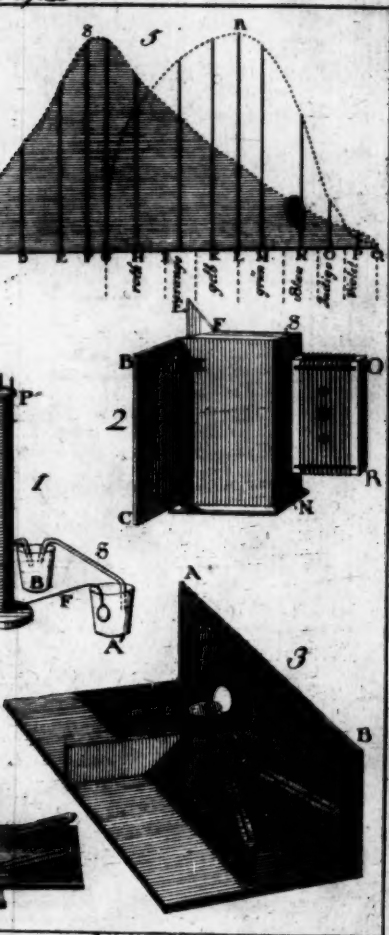
Seite 119 Zeile 9 von unten setze man 20 statt 200 Schichtungen, (vergl. S. 158.) Seite 286 Zeile 9 setze man *Wachs* statt *Wasser*.



Taf: 1.







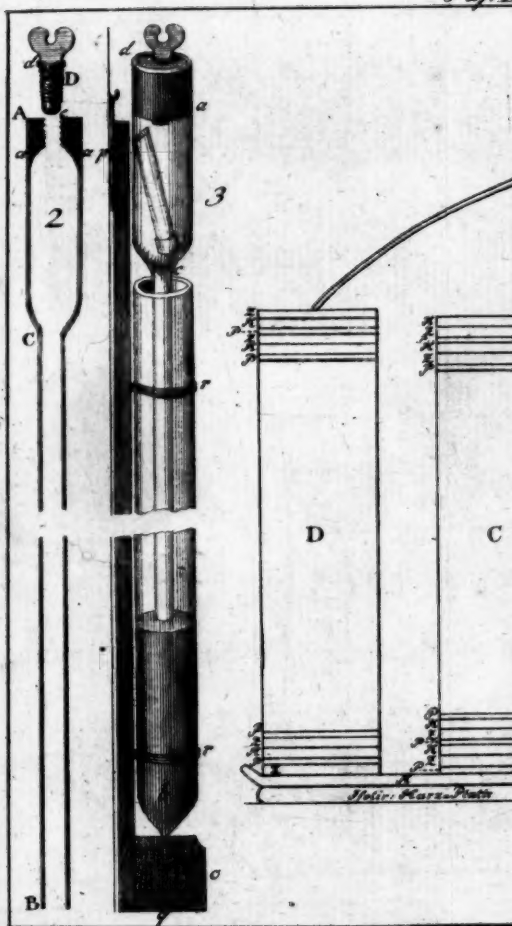
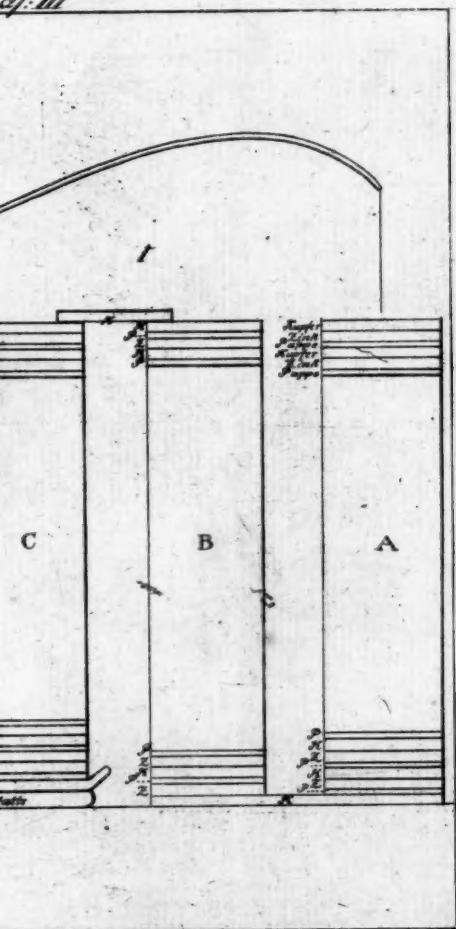


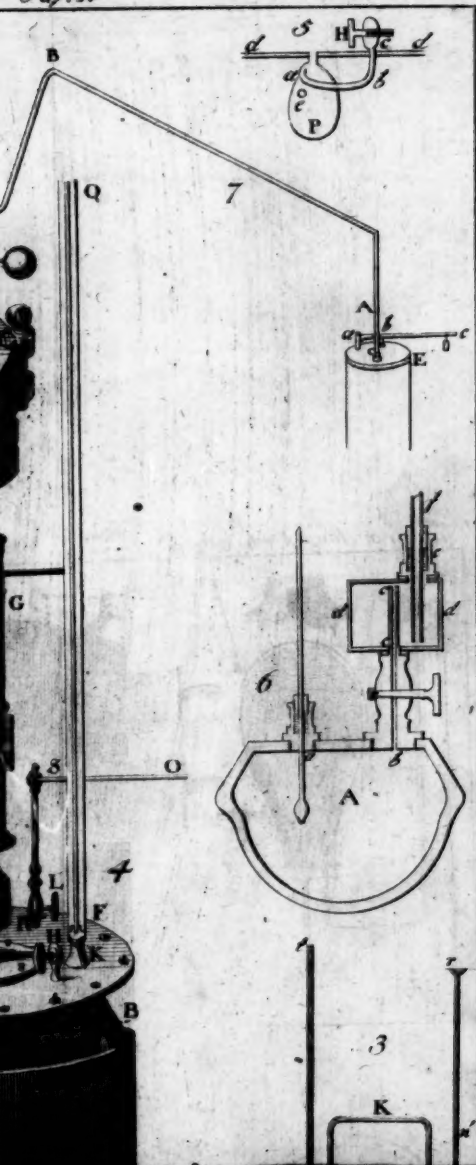
Fig. III



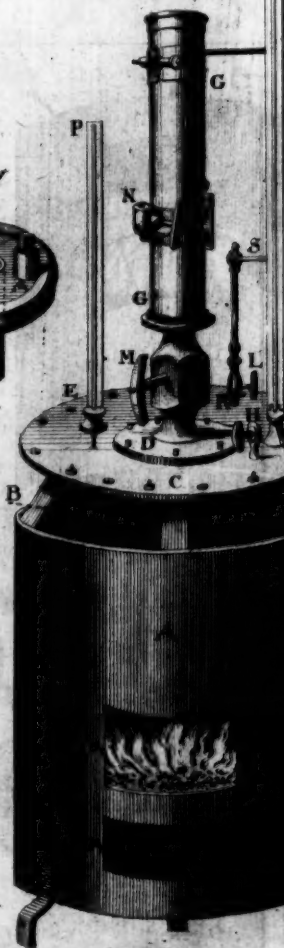
Gilberts Ann. d. Phys. 10 B. 2. H.

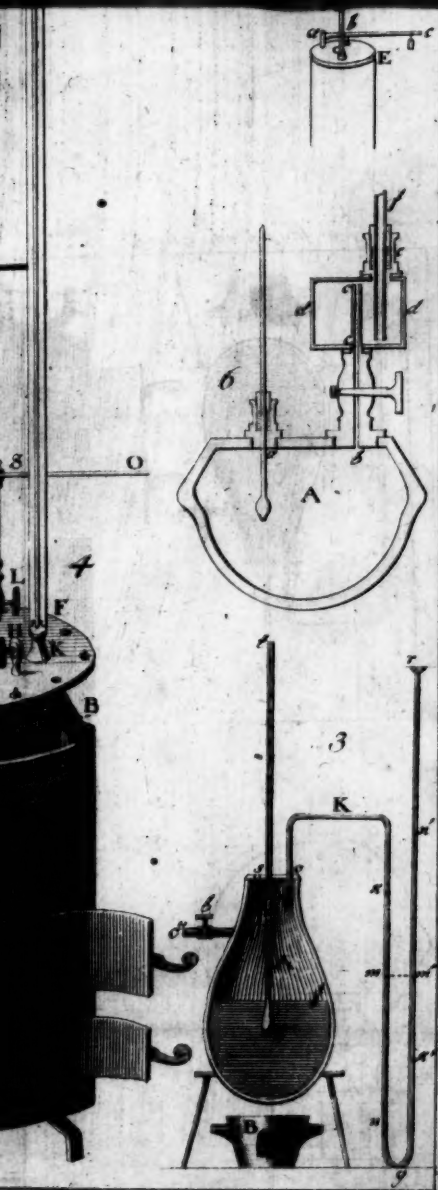


Taf. IV

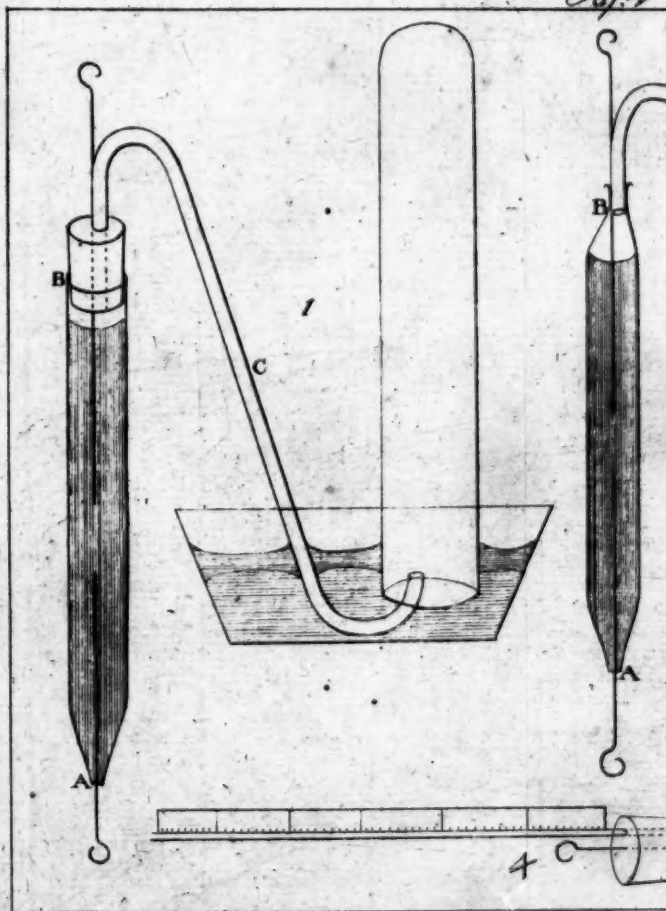


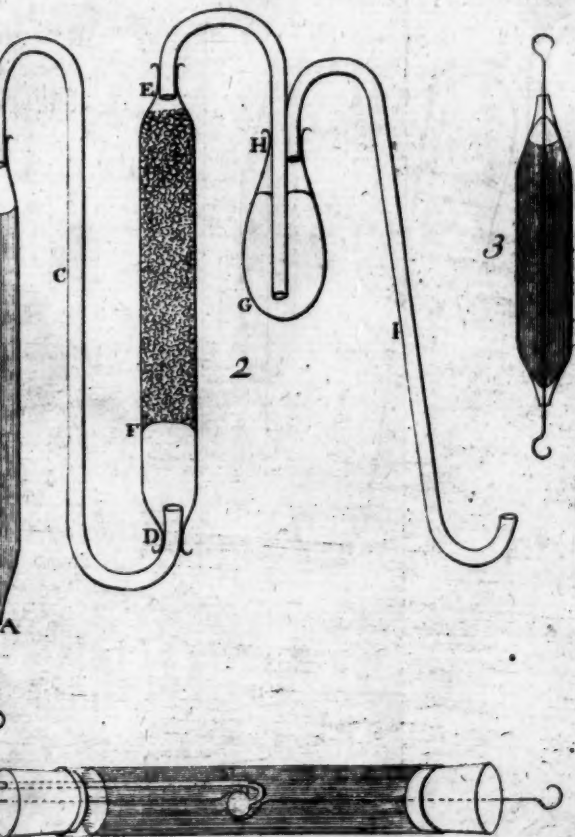
2





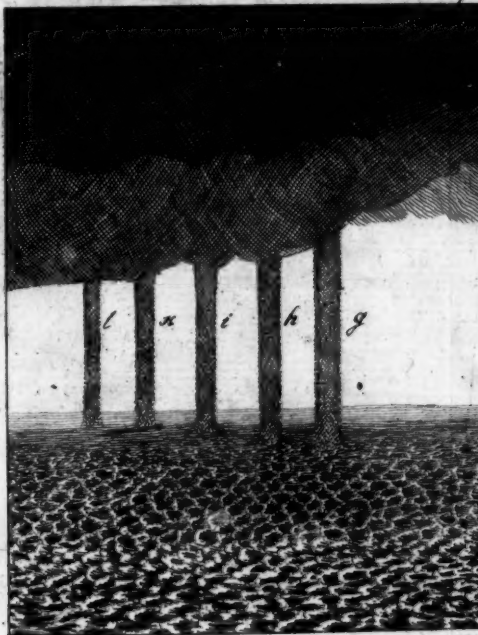
Gilberts Ann. d. Phys. 10 Pl. 3 F. 1.



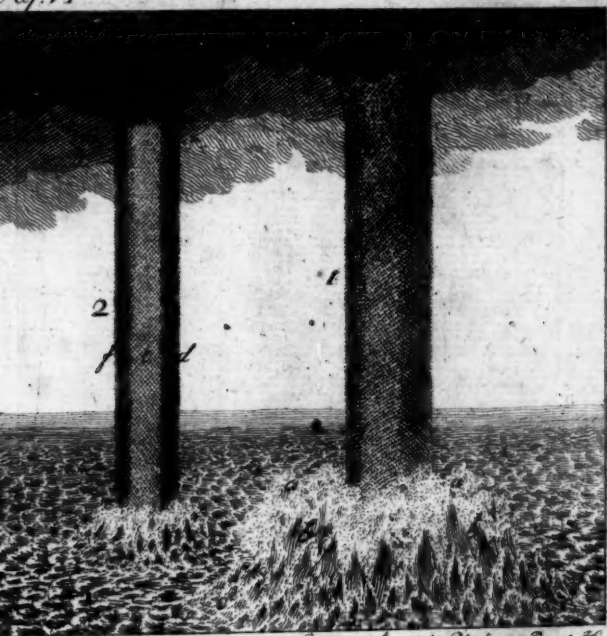


Gilberti Ann. de Phys. 10. De M.

Taf.



Taf. VII



Gilberts Ann. d. Phys. 10 B. 4 Pl.